



Universidad Nacional del Comahue
Centro Regional Universitario Bariloche

Ostrácodos lacustres actuales de Patagonia Norte y su correspondencia con secuencias holocénicas

Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor en Biología

Licenciada Corina A. Coviaga

Directora: Prof. Dra. Gabriela C. Cusminsky

Co-Directora: Dra. A. Patricia Pérez

2015

Índice

Índice.....	1
Resumen.....	5
Abstract.....	8
Agradecimientos.....	10
1. Introducción.....	12
Características generales de los ostrácodos	12
Morfología externa	13
Morfología interna.....	17
Estrategias reproductivas y ciclo de vida.....	20
Edad y Diversidad	23
Autoecología	25
Ostrácodos en estudios paleoambientales.....	29
2. Objetivos	32
Objetivos generales	33
Objetivos específicos	33
3. Antecedentes	35
4. Área de estudio.....	39

Aspectos geológicos.....	39
Aspectos geomorfológicos, climáticos y biológicos: Ecorregiones	42
5. Materiales y métodos.....	50
5.1 Ostrácodos actuales	50
<i>Relevamiento faunístico</i>	50
Trabajo de campo	50
Análisis de laboratorio	54
Análisis de ostrácodos.....	54
Análisis de datos	55
<i>Estructura de tallas y ciclo de vida de Cypris pubera y Eucypris virens</i>	58
Caracterización de los ambientes	58
Extracción y procesamiento de ostrácodos	60
Análisis poblacional y estudio del ciclo de vida	60
5.2 Secuencias holocénicas.....	62
<i>Testigo “Cari-Laufquen” (CLG 99-5b)</i>	63
Laguna Cari-Laufquen Grande	63
Extracción y procesamiento.....	66
Descripción petrofísica, sedimentológica y geoquímica del testigo	66
Cronología.....	67
Extracción y procesamiento de ostrácodos	68
<i>Testigo “El Toro”.....</i>	69
Laguna El Toro.....	69
Extracción y procesamiento.....	70
Descripción litológica y geoquímica.....	70
Descripción de tefras	72
Cronología.....	73
Extracción y procesamiento de ostrácodos	74

Análisis de las muestras de ostrácodos	75
Análisis de los datos	75
6. Resultados	77
6.1 Sistemática	77
<i>Láminas</i>	120
Lámina 1.....	121
Lámina 2.....	123
Lámina 3.....	125
Lámina 4.....	127
Lámina 5.....	129
Lámina 6.....	131
6.2 Ostrácodos actuales	133
<i>Relevamiento faunístico</i>	133
Caracterización ambiental de los sitios de muestreo	133
Asociaciones faunísticas.....	137
<i>Estructura de tallas vida de Cypris pubera y Eucypris virens</i>	148
6.3 Secuencias holocénicas.....	154
<i>Testigo "Cari-Laufquen" (CLG 99-5b)</i>	154
Ostrácodos	154
Estructura poblacional	154
Asociación de especies	155
<i>Testigo "El Toro"</i>	158
Cronología.....	158
Ostrácodos	159
Estructura poblacional	160
Asociación de especies	161
6.4 Integración de datos.....	164

7. Discusión.....	166
7.1 Sistemática	166
7.2 Ostrácodos actuales	168
7.3 Secuencias holocénicas.....	182
<i>Testigo “Cari-Laufquen” (CLG 99-5b)</i>	<i>182</i>
Ostrácodos	182
<i>Testigo “El Toro”</i>	<i>188</i>
Cronología y tasas de sedimentación	188
Análisis de tefras	189
Ostrácodos	190
7.4 Integración de datos actuales y holocénicos.....	196
8. Conclusiones	199
9. Bibliografía	203
Anexo 1	222
Anexo 2	234
Financiamiento.....	235
Trabajo de respaldo	236

Resumen

Los ostrácodos son pequeños crustáceos acuáticos, presentes en casi todo tipo de hábitats acuáticos, desde océanos hasta ambientes temporarios y aguas subterráneas. El caparazón calcáreo de estos organismos posee un alto potencial de preservación en los sedimentos, por lo que presentan uno de los registros fósiles más completos, extendiéndose desde hace 500 millones de años hasta el presente.

En el marco de las interpretaciones paleoambientales, los ostrácodos lacustres han sido ampliamente utilizados en la reconstrucción de variables limnológicas, como temperatura y conductividad. Este tipo de reconstrucciones se basan en el principio de uniformitarismo, donde las observaciones y relaciones actuales pueden ser utilizadas como modelo de condiciones pasadas. De esta forma, se asume que asociaciones biológicas similares se depositan bajo condiciones ambientales equivalentes. Así, si el ensamble de especies modernas se corresponde con el presente en secuencias fósiles, entonces la información ambiental obtenida a partir de las muestras actuales puede ser extrapolada al registro fósil.

En este contexto, los principales objetivos planteados en esta tesis fueron:

- Aportar nuevos conocimientos sobre la ecología y biología de la clase Ostracoda en el país, fundamentalmente en lo referido a ostrácodos lacustres actuales y secuencias cuaternarias en Patagonia Norte.
- Realizar estudios comparativos entre taxones recientes y fósiles en ambientes continentales.
- Expandir el conocimiento paleoclimático, paleoecológico y paleoambiental del Cuaternario en la región de Patagonia.

Como primer paso se estudió la fauna actual de ostrácodos en 36 ambientes localizados a lo largo de una transecta Oeste – Este de 670 km de longitud (39°00' a 41°38'S; 63°46' a 71°27'O), comprendiendo casi la totalidad de la provincia de Río Negro, el sur de Neuquén y el sudeste de La Pampa, abarcando las ecorregiones de Bosques Patagónicos, Estepa Patagónica, Montes de Llanuras y Mesetas y Espinal. A partir de estas muestras se identificaron 23 especies de ostrácodos, determinándose que la conductividad y la temperatura son los parámetros que mejor explican la variabilidad observada en la distribución y abundancia de los ostrácodos de Patagonia Norte. Particularmente, en base a las características de los sistemas acuáticos se reconocieron cuatro tipos de asociaciones de especies: (1) aguas de bajos valores de conductividad, temperatura y pH estuvieron dominadas por *Tonnacypris lutaria*, *Bradleystrandesia fuscata* y *Amphicypris nobilis*; (2) mientras que en ambientes de alta conductividad, temperatura cálida y pH elevado *Amphicypris argentinensis*, *Riocypris* sp. 1, *Sarscypridopsis aculeata*, *Potamocypris*

unicaudata y *Newnhamia patagonica* fueron las especies dominantes; (3) *Heterocypris hyalinus*, *Ilyocypris ramirezi*, *Herpetocypris intermedia*, *Cypridopsis vidua* y *Heterocypris incongruens* por su parte, se asociaron positivamente con la temperatura del medio acuático y en el extremo opuesto, (4) con preferencias por aguas frías, se encontraron *Cypris pubera* y *Eucypris virens*.

Las características físico-químicas de los cuerpos de agua también afectaron la estructura de tallas y ciclo de vida de dos ostrácodos patagónicos. La conductividad y la temperatura tuvieron un efecto positivo en el tamaño alcanzado por los adultos de *C. pubera*, mientras que la primera de estas variables se relacionó negativamente con la talla de *E. virens*. En cuanto al ciclo de vida, *E. virens* exhibió una reproducción continua y *C. pubera* una reproducción sincrónica, con tres generaciones dentro del hidropereodo estudiado. El tiempo de desarrollo de esta especie se correlacionó positivamente con la temperatura y la conductividad.

De las 23 especies registradas en las muestras actuales, 4 corresponden a nuevas citas en la región Neotropical y 7 fueron recuperadas en las secuencias holocénicas estudiadas en esta tesis. Se propone el cambio nomenclatural de uno de estos taxa, *Eucypris fontana*, reasignándola al género *Riocypris*. Parte de la información ecológica recabada en este estudio se empleó en el análisis de los testigos Cari-Laufquen y El Toro.

En el testigo Cari-Laufquen se identificaron 10 especies, con *Limnocythere rionegroensis* (variedad 1) dominando la asociación a lo largo de todo el testigo. Esto sugiere la existencia de un lago somero de elevada conductividad durante los últimos 3000 años. No obstante, cambios en la composición de especies a lo largo de la secuencia indicaron variaciones de salinidad en la laguna, probablemente relacionadas con cambios en el balance evaporación/precipitación. Niveles con una alta abundancia de *Riocypris* sp. 1 sugerirían períodos de menor salinidad, probablemente asociados a un mayor nivel del lago por una menor tasa de evaporación. Asimismo, estratos con una elevada proporción de *Ilyocypris ramirezi* indicarían períodos con un aumento en el número de tributarios que alimentan la laguna, sugiriendo un incremento de las lluvias en la región. Por su parte, el testigo El Toro mostró una riqueza específica menor, constituida por 4 especies: *Eucypris virgata*, *L. rionegroensis* (variedad 1), *L. patagonica* y *Riocypris* sp. 1. Esta última fue la especie dominante a lo largo de todo el testigo, indicando condiciones de salinidad moderada durante los últimos 650 años. Sin embargo, cambios en la proporción de especies sugirieron variaciones en las condiciones hidrológicas de la laguna. Intervalos con un aumento en la abundancia de *L. rionegroensis* indicarían períodos de mayor salinidad y una alta relación evaporación/precipitación, indicando condiciones climáticas secas en la región. Los cambios paleolimnológicos inferidos en ambas secuencias fueron correlacionados con eventos climáticos inferidos con otros proxies.

La información obtenida en esta tesis señala que tanto la distribución y abundancia, como la estructura de tallas y ciclo de vida, de los ostrácodos no marinos de Patagonia Norte están en gran medida influenciados por las características propias de los cuerpos de agua, principalmente por la conductividad y la temperatura. Asimismo, se evidenció que muchas de las especies presentes en el registro fósil se encuentran en ambientes modernos,

brindando una gran oportunidad para el estudio de sus preferencias limnológicas. Esto resalta el gran potencial de estos organismos como herramientas en reconstrucciones paleoambientales. De modo que los aportes de esta investigación contribuyen tanto a incrementar el conocimiento sobre la ecología y biología de la fauna actual de ostrácodos de Patagonia Norte, como a incrementar el conocimiento sobre los cambios limnológicos acaecidos en las lagunas Cari-Laufquen Grande y El Toro durante el Holoceno tardío. Del mismo modo, esta información resulta en una valiosa contribución para nuevas interpretaciones paleolimnológicas y paleoambientales de Patagonia Norte.

Abstract

Ostracods are small crustaceans, present in almost every aquatic ecosystem, from oceans to temporary environments, streams, estuaries and semi-terrestrial habitats. Their paleontological importance relies on their calcareous carapace which can be well preserved in sediments. Hence, these organisms have one of the most complete paleontological record, extending from the Ordovician to the Present.

Numerous investigations have used non marine ostracods in the reconstruction of limnological parameters, as temperature and conductivity. These reconstructions are based on the principle of uniformitarianism: modern-day observations and relationships can be used as a model for past conditions. Hence, it can be assumed that similar biological assemblages have been deposited under similar environmental conditions. Therefore, if the modern and the fossil samples present similar species composition, the actual sample could be used as a direct indicator of that fossil environment.

In this context, the main goals of the thesis are:

- Provide new knowledge about the ecology and the biology of the class Ostracoda in Argentina, mainly respect to modern non-marine ostracods and holocenic sequences of North Patagonia.
- Carry out comparative studies between recent and fossil taxa from continental environments.
- Expand the paleoclimatic, paleoecologic and paleoenvironmental knowledge of Quaternary in northern Patagonia.

In first place the modern ostracod assemblages from 36 different environments were studied. The sites were placed along a West-East transect of 670 km length (39°00' a 41°38'S; 63°46' a 71°27'O), comprising almost the complete Río Negro province, the southern sector of Neuquén and the southeastern sector of La Pampa, including Bosques Patagónicos, Estepa Patagónica, Montes de Llanuras y Mesetas and Espinal ecorregions. From these samples 23 ostracod species were identified. Conductivity and temperature were the parameters which better explain the ostracod distribution and abundance. Based on host waters features four ostracod assemblages were recognized: (1) waters characterized by low values of conductivity, temperature and pH were dominated by *Tonnacypris lutaria*, *Bradleystrandesia fuscata* y *Amphicypris nobilis*; (2) in environments with a high conductivity, warm temperatures and elevated pH *Amphicypris argentinensis*, *Riocypris* sp. 1, *Sarscypridopsis aculeata*, *Potamocypris unicaudata* y *Newnhamia patagonica* were the dominant species; (3) *Heterocypris hyalinus*, *Iliocypris ramirezi*, *Herpetocypris intermedia*, *Cypridopsis vidua* y *Heterocypris incongruens* were positively associated with host waters temperature, whereas (4) *Cypris pubera* y *Eucypris virens* were found in cold environments.

Physicals and chemical features of host waters also affected the ostracods size and life cycle. Conductivity and temperature had a positive effect on adult size in *C. pubera*, while conductivity had a negative effect on *E. virens* adult size. Regarding their life cycle, *E. virens* showed a continuous reproduction whereas *C. pubera* presented a synchronic reproduction, with three generations within the hydroperiod studied. The development rate of *C. pubera* was positively correlated with the water temperature and conductivity.

Of the 23 species surveyed in modern samples, 4 constitute first records in Neotropical region and 7 were recovered in the holocenic sequences studied in this thesis. Consequently, part of this information was employed in the analysis of Cari-Laufquen and El Toro cores. Additionally, the nomenclatural change of *Eucypris fontana* was proposed, transferring it to the genus *Riocypris*.

In the Cari-Laufquen core 10 species were identified, *L. rionegroensis* (variety 1) was the most important species in the ostracod assemblages through all the sequence. This suggests the presence of a shallow lake of high conductivity during the last 3000 years. However, variations in ostracod assemblage composition indicate fluctuations in lake salinity, probably related to changes in evaporation/precipitation balance. Levels with a high abundance of *Riocypris* sp. 1 suggest period with low salinity, probably associated to a high lake level due to a minor evaporation rate. In the same way, layers with a high proportion of *I. ramirezi* indicate periods with an increase in the number and/or intensity of the streams and springs feeding the lake, suggesting an increase in the precipitations of the region. El Toro core exhibits lower diversity with 4 species: *Eucypris virgata*, *L. rionegroensis* (variety 1), *L. patagonica* y *Riocypris* sp. 1. The latter was the dominant species through all the sequence, indicating conditions of moderate salinity in the lake during the last 650 years. Nevertheless, changes in the species proportion through de core suggest variations in hydrological conditions. Intervals with an increase in *L. rionegroensis* reveal conditions of higher conductivity in the lake and an elevated rate of evaporation/precipitation, indicating dry conditions in the region. Paleolimnological changes inferred in both sequence were correlated with different climatic events recorded with other proxies.

The results obtained in this thesis indicate that the distribution and abundance, as well as the size structure and life cycle of non-marine ostracods from North Patagonia are largely influenced by host waters features, mainly by the conductivity and temperature. Likewise, many of the species recovered in fossil records are present in modern environments, providing a great opportunity for the study of their limnological preferences. This highlights the potential of these organisms as a useful tool in paleoenvironmental reconstructions. In this way, this research contributes to increase the knowledge about the ecology and biology of modern Ostracoda fauna from North Patagonia, and enhances the knowledge about the limnological changes occurred in Cari-Laufquen and El Toro lakes during the Late Holocene. Therefore, the present work provides a valuable contribution for future paleolimnological and paleoenvironmental interpretations of North Patagonia.

Agradecimientos

Agradezco infinitamente a todas las personas que me han acompañado en la realización de esta tesis y a quienes simplemente han estado a mi lado a lo largo de estos años:

En primer lugar agradezco profundamente a mis directoras, las Doctoras Gabriela Cusminsky y Patricia Pérez, por todos los conocimientos que me han transmitido, por ayudarme a crecer, por la confianza, el apoyo y sobre todas las cosas la paciencia y tiempo que me han dedicado.

A Lorena Ramos y Emiliana Bernasconi, mis compañeras de oficina, por estar en todo momento, siempre dispuestas a ayudarme.

A la gente del laboratorio de Fotobiología: Marina, Lina, Caro, Claudia, María, Daniela, Patito, Félix, Gaby, el Negro, Fabián, Marcelo, Daniel, por su ayuda constante y hacerme sentir como una integrante más. Especialmente a Caro, Patito, Fabi y Dani por toda la contención que me brindaron, siempre acompañada de unos ricos mates.

A los laboratorios de Aguas y Suelos del Centro Regional Universitario Bariloche, especialmente a la Lic. Ma. Paula Crego y los Drs. Patricia Satti y Pedro Temporetti, por brindarme los análisis de iones para todos los ambientes actuales muestreados y el espacio y los elementos para calcular el contenido de materia orgánica de los sedimentos.

A la Dra. Guadalupe Beamud, por ayudarme a dilucidar los análisis Canónicos.

A la Dra. Gabriela Hassan, por su asesoramiento respecto a los fundamentos y realización de funciones de transferencia.

Al Laboratorio de Microorganismos Calcáreos Recientes y Fósiles, de los laboratorios localizados en La Plata, Mar del Plata y Bariloche, por toda la ayuda y el apoyo que me brindaron a lo largo de mi doctorado.

A la Dras. Liseth Pérez y Analia Díaz, por enseñarme las técnicas de disección.

A Pepe y Mauricio, por llevarnos a conocer lugares hermosos y tolerar una convivencia repleta de mujeres.

A todos los puesteros y lugareños, que nos abrieron sus puertas y nos brindaron información sobre muchos de los cuerpos de agua muestreados en esta tesis.

A Cacho, Ernesto, Carolina, Paula y Manuel, del Servicio de Microscopía del Centro Atómico Bariloche, por su asistencia en la obtención de fotos y su amena compañía.

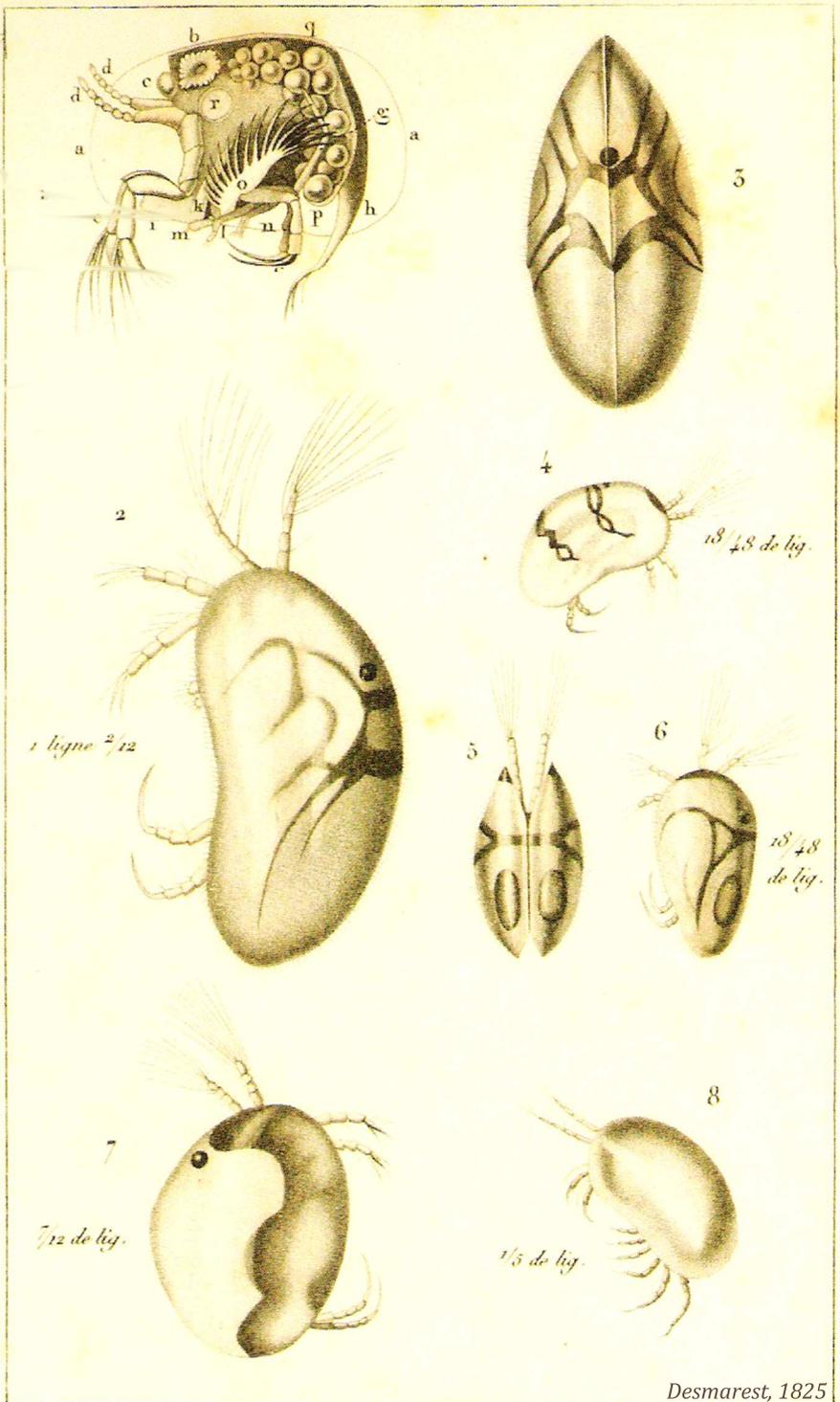
A la Lic. Mariela Patrignani, por sus correcciones de idioma.

Al Centro Regional Universitario Bariloche y especialmente al Departamento de Ecología por darme el lugar de trabajo para realizar mi doctorado. Al CONICET por haber financiado mis estudios.

A mis amigos Adri, Naty, Lore y Juan Cruz, por acompañarme en este proceso y en la vida.

A mis nuevas amistades Angie, Dani A., Dani K., Laura, Naty y Steffi, porque pese a ser de un ámbito totalmente ajeno entendieron mis ausencias y me bancaron en mis charlas monotemáticas.

A mi familia, por su incondicional apoyo y sus palabras de aliento. A mis papás, porque me enseñaron a hacer las cosas con dedicación y esforzarme para ser cada día mejor. A Ceci por tomarse el trabajo y la dedicación de ayudarme con las correcciones.



Desmarest, 1825

Prêtre pins!

Turpin dres!

Joyeux sculp!

OSTRAPODES.

1. Cypris brune. (Str.) dépourvue de ses valves. a, a. Contour des valves. b. Origine de la membrane qui les double. c. Œil. d, d. Antennes dépourvues de soies. e. Pieds de la 1^{re} paire. f. Id. de la 2^{me} paire. g. Id. de la 3^{eme} paire. h. Queue. i. Labre. k. Mandibule. l. Palpe. m. Machoire de la 1^{re} paire. n. Id. de la 2^e p^{re}. o. Branchie. p, q. Portion postérieure de l'ovaire, gauche. x. Insertion du vaisseau regardé comme le testicule. 2 et 3. Cypris ornée, vue de profil et en dessus. 4. C^s veuve, vue de prof. 5 et 6. C^s à une bande, vue en dessus et de prof. 7. C^s religieuse, de prof. 8. Cytheree jaune, de profil.

Introducción

1. Introducción

Características generales de los ostrácodos

Los ostrácodos son pequeños crustáceos, presentes en casi todos los tipos de hábitats acuáticos, desde las profundidades de los océanos hasta ambientes temporarios, grandes ríos, estuarios y aguas subterráneas (Figura 1.1). La mayoría de las especies usualmente forman parte de la microfauna béntica o nektobéntica, intersticial y litoral. Las especies planctónicas son comunes en ambientes marinos, y raramente se encuentran en aguas continentales (Delorme 1991, Mesquita-Joanes *et al.* 2012). Algunos grupos de ostrácodos, incluyendo toda la familia Terrestrialcytheroidea, viven en ambientes semi-terrestres. La familia Entocytheridae comprende organismos que están especialmente adaptados para vivir como epibiontes de otros crustáceos (Mesquita-Joanes *et al.* 2012).

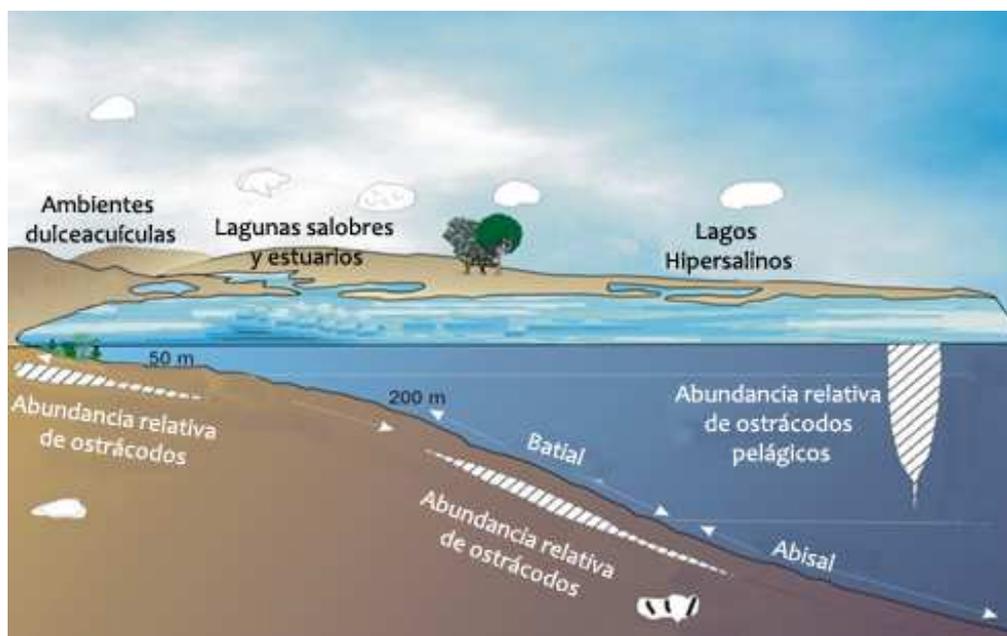


Figura 1.1 - Ambientes que habitan los ostrácodos (Modificado de Armstrong y Brasier 2005).

Morfología externa

Los ostrácodos presentan un caparazón bivalvo que encierra completamente su cuerpo (Figura 1.2); brindando protección frente a depredadores, estabilidad en las especies bentónicas y un área de anclaje para la musculatura (Karanovic 2012). El mismo posee un alto potencial de preservación en los sedimentos, lo que hace que este grupo presente uno de los registros paleontológicos más completos, extendiéndose desde el Ordovícico hasta el presente (Rodríguez-Lazaro y Ruiz-Muñoz 2012).

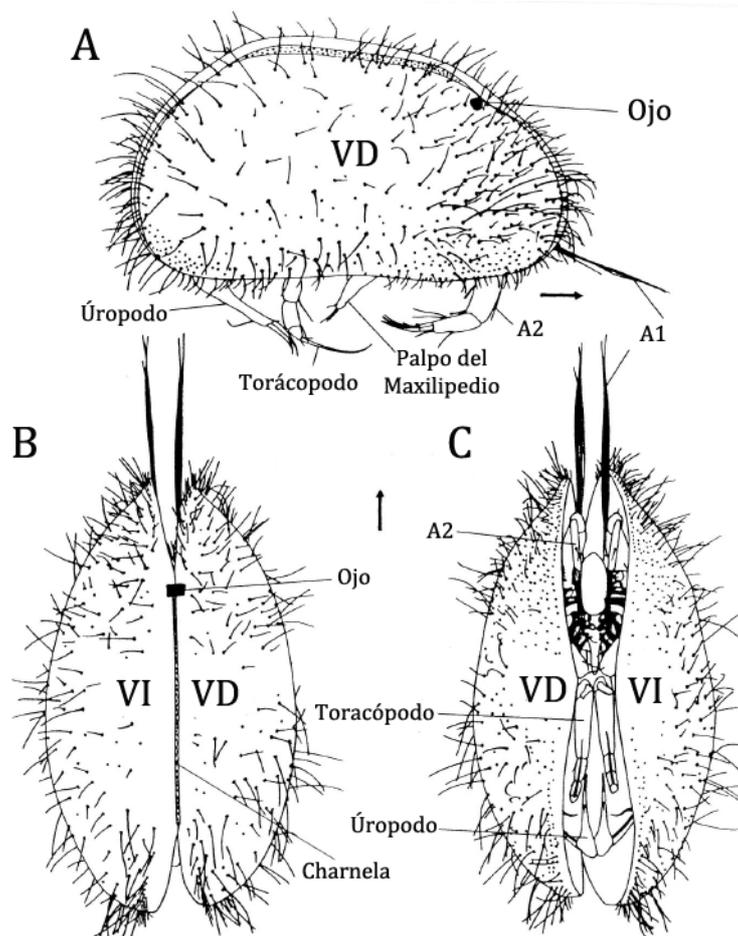


Figura 1.2 - Estructura general de un típico ostrácodo dulceacuícola, A: vista lateral, B: vista dorsal, C: vista ventral. La flecha indica la posición anterior. Referencias: VD: valva derecha, VI: valva izquierda (Modificado de Meisch 2000).

El caparazón se compone de dos valvas de calcita, secretadas por la capa epidérmica que cubre el cuerpo de los ostrácodos (Pokorný 1978, Yassini y Jones 1995, Horne *et al.* 2002). Cada valva consta de una lamela externa, totalmente calcificada, y otra interna, calcificada sólo en la región periférica. La lamela externa se encuentra perforada por canales que originan distintos tipos de poros, con funciones sensoriales y exócrinas (Horne, *et al.* 2002). Por su parte, la lamela interna es una extensión de la lamela externa y constituye el mayor órgano de osmorregulación en los ostrácodos (Figura 1.3) (Karanovic 2012). El desarrollo y posición de esta estructura posee un alto valor taxonómico.

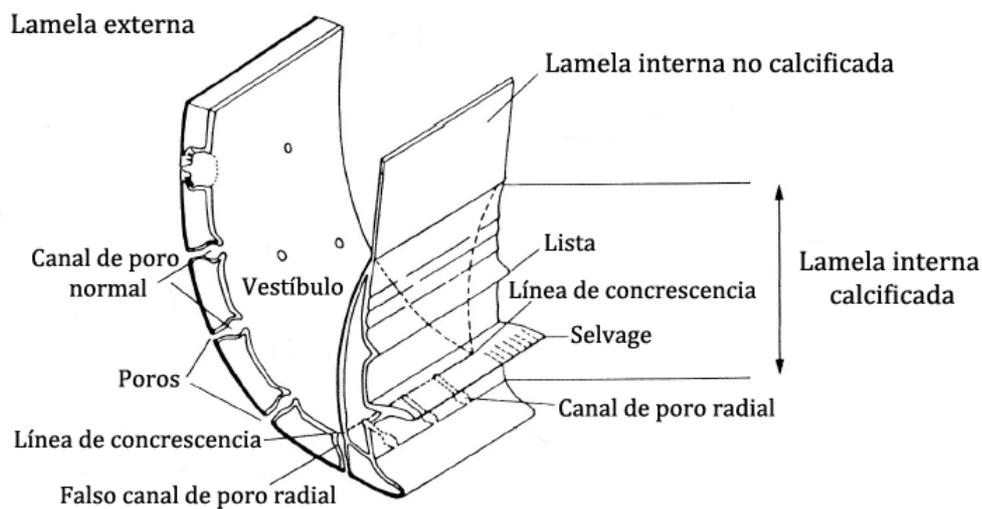


Figura 1.3 - Detalle de la estructura de la valva (Modificado de Meisch 2000).

Las valvas se encuentran articuladas dorsalmente mediante una charnela (Figuras 1.2 B y 1.4). Esta estructura varía entre los distintos grupos de ostrácodos, siendo una característica taxonómica importante. Puede ser simple (charnela adonta), constituida por una barra y un surco; o compuesta (charnelas merodonta y anfidonta), conformada por una combinación de barras, surcos, dientes y/o fosetas (Figura 1.5). La mayor parte de los ostrácodos dulceacuículas poseen charnelas adontas (Armstrong y Brasier 2005; Laprida y Ballent 2008).

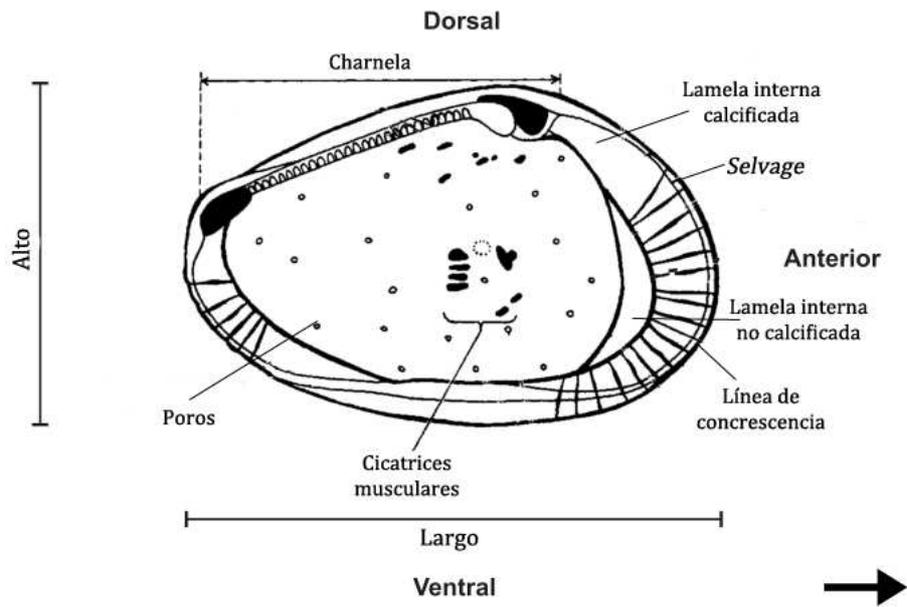


Figura 1.4 – Características internas de una valva izquierda perteneciente a un ostrácodo dulceacuícola típido. La flecha indica la posición anterior (Modificado de Armstrong y Brasier,

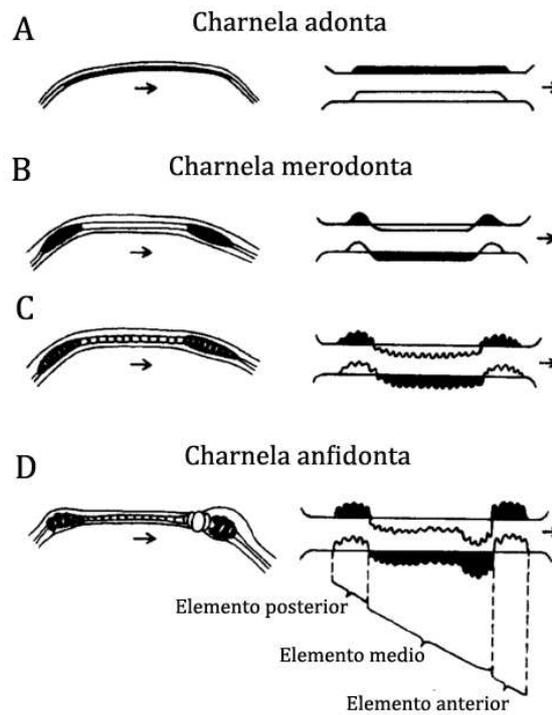


Figura 1.5 - Tipos de charnela, A: charnela adonta, B-C: charnela merodonta, D: charnela anfidonta. En el lado derecho se muestran esquemas simplificados. La dirección de la flecha indica la posición anterior (Modificado de Armstrong y Brasier, 2005).

El caparazón es articulado por acción de los músculos aductores, que corren a través de la parte media del cuerpo y están unidos a la superficie interna de la región central de las valvas (Horne, *et al.* 2002). Los sitios donde se fijan estos músculos dejan cicatrices o improntas, formando patrones distintivos de valor taxonómico para clasificar las distintas superfamilias (Figura 1.6) (Rodríguez-Lazaro y Ruiz-Muñoz 2012). Por ejemplo, en la superfamilia Darwinuloidea estas cicatrices están organizadas en forma de roseta, mientras que en los cypridoideos forman un grupo de 5-6 cicatrices alargadas e irregulares; y en los cytheroideos forman una columna vertical (Meisch 2000).

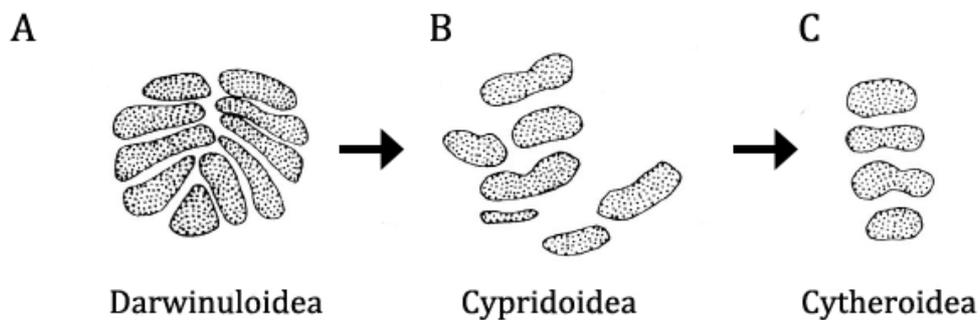


Figura 1.6 - Detalle de cicatrices musculares, superfamilias: A. Darwinuloidea (*Darwinula stevensoni*), B. Cypridoidea (*Heterocypris incongruens*); C. Cytheroidea (*Limnocythere inopinata*).

La dirección de la flecha indica el lado anterior. (Modificado de Meisch 2000).

La forma de las valvas puede variar notablemente e incluso pueden presentar prolongaciones en forma de alas, procesos caudales o depresiones (Henderson 2002). La superficie externa de las mismas puede ser lisa u ornamentada, con punteados, depresiones, estrías, crestas o reticulados. Dichos patrones representan una importante característica taxonómica a nivel de especie y subespecie (Yassinni y Jones 1995). Asimismo, el grado de ornamentación puede variar entre individuos de una misma especie, pudiendo estar influenciado por factores físicos y químicos, como la temperatura o la salinidad. Las valvas también presentan setas sensoriales, de largo, espesor y abundancia variable; y ocasionalmente espinas (Meisch 2000).

La morfología del caparazón puede presentar distintos grados de dimorfismo sexual. En general los machos son más grandes, con un ensanchamiento en la parte posterior de las valvas para alojar el órgano copulatorio (Cohen y Morin 1990). No obstante, hay especies donde las hembras son más robustas posteriormente, debido a la presencia de una cámara para el almacenamiento de los huevos e incluso los primeros estadios de desarrollo (Karanovic 2012).

Morfología interna

Los ostrácodos poseen un cuerpo compacto, con una leve constricción que separa la cabeza o cefalón del tórax. El abdomen se encuentra totalmente reducido y fusionado al tórax (Laprida y Ballent 2008). Los individuos adultos poseen ocho pares de apéndices, compuestos, a excepción de la primera antena, por un protopodito basal que se divide distalmente en un endopodito y un exopodito (Namiotko et al. 2011).

En la región cefálica se ubican los primeros 4 pares de apéndices: anténulas y antenas, de función locomotora y sensorial; mandíbulas, adaptadas a la colección de alimento; y maxilas, utilizadas para la alimentación y la respiración (Martens 1998; Horne *et al.* 2002). En el tórax se disponen 3 pares de torácopodos, el primero frecuentemente se encuentra modificado para la alimentación, pero también puede ser utilizado para caminar, respirar o como órgano de sujeción de la hembra en el momento de la cópula. El segundo torácopodo está robustamente desarrollado como una extremidad caminadora, mientras que el tercer torácopodo posee una función locomotora en todos los Podocopida, excepto en los Cypridocopina, donde se considera una extremidad limpiadora. En el tórax también se ubica una rama caudal o furca, utilizado en la mayoría de los casos para la locomoción, y los apéndices copulatorios de los machos (hemipenes) (Figura 1.7) (Namiotko *et al.* 2011).

La estructura y características de los apéndices poseen un gran valor taxonómico. Actualmente, los distintos taxa de ostrácodos son caracterizados tanto por la morfología de las partes blandes (apéndices) como de las partes duras

(valvas). La ausencia de partes blandas en los ostrácodos fósiles hace imprescindible la definición de características distintivas de las valvas que permitan su utilización en la determinación taxonómica de grupos extintos. No obstante, la mayoría de las especies de ostrácodos del Cuaternario poseen representantes vivientes, permitiendo que su taxonomía se base en la morfología completa de los organismos (Rodríguez-Lazaro y Ruiz-Muñoz 2012).

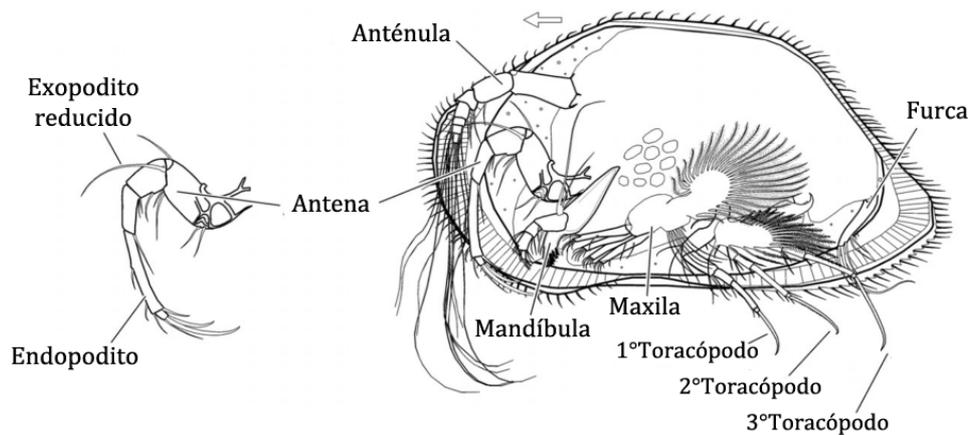


Figura 1.7 – Ostrácodo dulceacuícola típico, vista interna de una valva derecha con sus apéndices. La flecha indica la posición anterior (Modificado de Rodríguez-Lazaro *et al.* 2012).

La mayoría de las especies de ostrácodos carecen de un sistema circulatorio definido y de un sistema respiratorio diferenciado, efectuando el intercambio gaseoso por difusión directa de oxígeno desde el agua circundante hacia dentro del cuerpo (Laprida y Ballent 2008). Por el contrario los sistemas nerviosos y digestivos se encuentran bien desarrollados (Mesquita-Joanes *et al.* 2012). El primero de ellos consiste en un cerebro, un collar de ganglios circum-esofágicos y una cadena ventral de ganglios en dirección longitudinal al cuerpo (Figura 1.8). Por su parte, el sistema digestivo consta de una cavidad bucal, conectada por un esófago al estómago, al que le siguen un intestino y un recto, finalizando en el ano (Figura 1.8) (Meisch 2000).

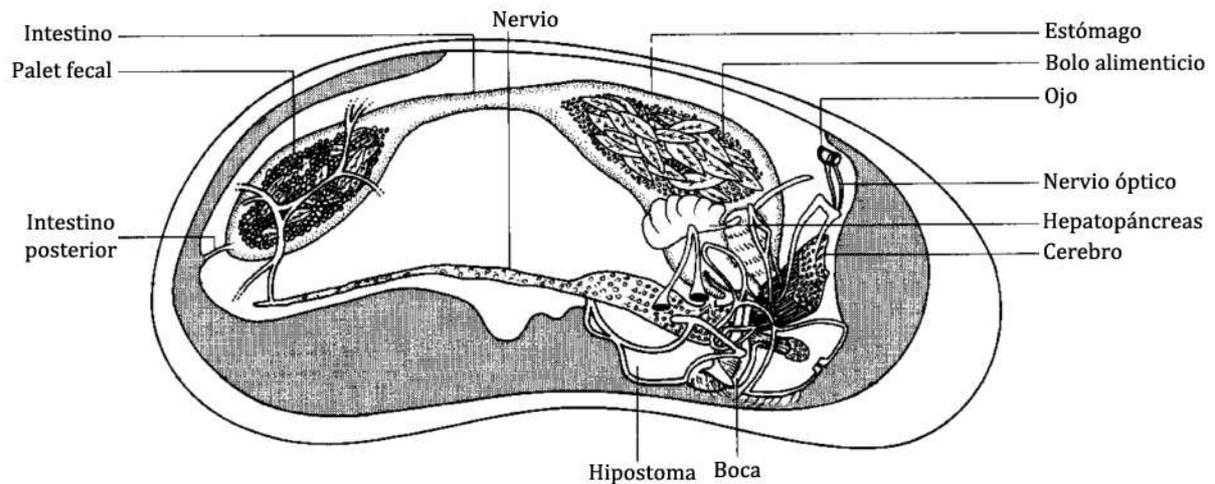


Figura 1.8 – Vista interna de una valva izquierda de un ostrácodo no marino típico, mostrando órganos digestivos y nerviosos (Modificado de Armstrong y Brasier 2005).

Los ostrácodos poseen sexos separados y fecundación interna, con los órganos reproductivos duplicados en ambos sexos. El sistema reproductor masculino (Figura 1.9 A, B) es destacable por su complejidad y tamaño, ocupando hasta 1/3 del tamaño corporal (Martens 1998). Los órganos copuladores del macho, denominados hemipenes, se ubican detrás del tercer par de toracópodos y poseen gran valor taxonómico, permitiendo la identificación incluso a nivel de especie. El sistema reproductor femenino (Figura 1.9 C) consta de un par ovarios, receptáculos seminales, oviductos y aberturas vaginales, localizada entre el tercer par de toracópos y las furcas (Meisch 2000).

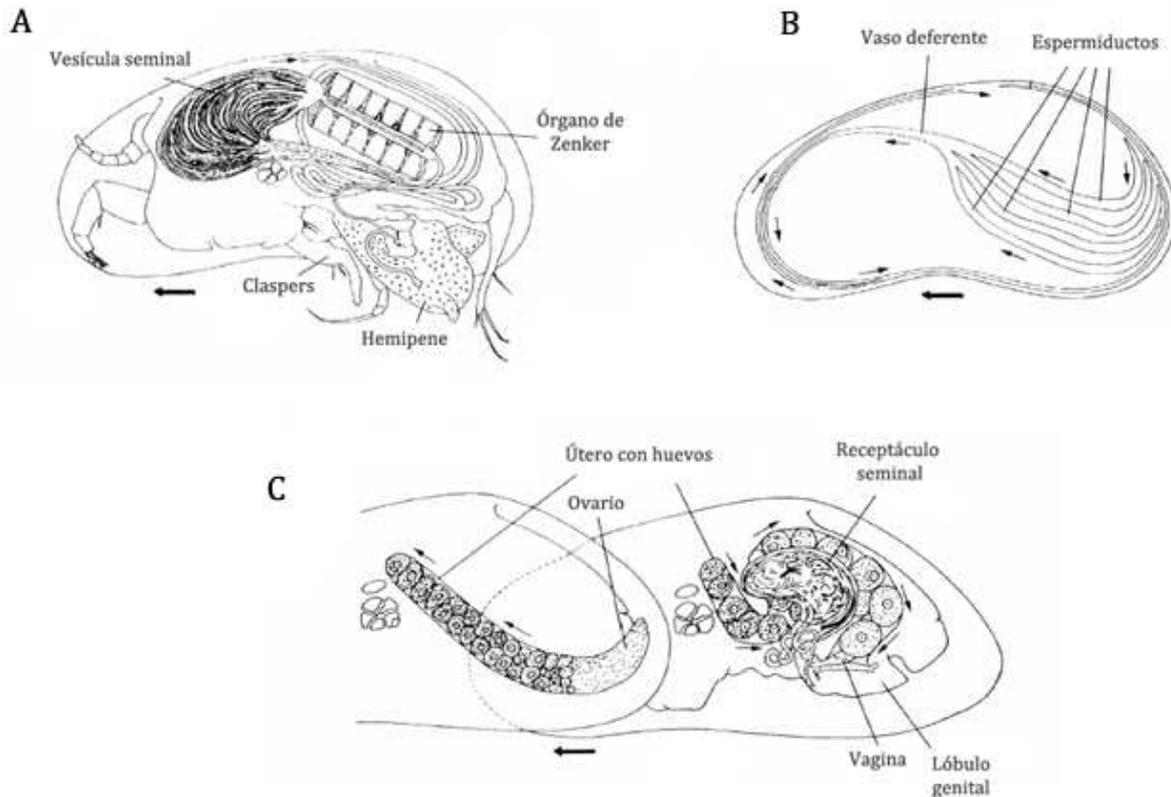


Figura 1.9: Órganos reproductivos de *Candona suburban*, A, Macho, valva derecha y apéndices removidos. B, Macho, vista interna de la valva derecha. C, Hembra (Modificado Meisch 2000).

Estrategias reproductivas y ciclo de vida

Los ostrácodos presentan tres tipos de estrategias reproductivas: bisexual, partenogenética o mixta (Meisch 2000). La mayoría de las especies marinas, como así también especies dulceacuícolas que habitan lagos antiguos, se reproducen sexualmente (Horne *et al.* 1998, Martens *et al.* 2008). La reproducción partenogenética es frecuente entre las especies no marinas (Horne *et al.* 1998, Martens *et al.* 2008), especialmente en ambientes predictiblemente inestables, como ambientes temporarios y/o de origen geológico reciente (Martens 1998, Martens y Schön 2000). Los individuos con una estrategia reproductiva mixta pueden reproducirse tanto sexual como partenogenéticamente, pudiendo presentar poblaciones bisexuales, partenogénicas o mixtas, en ellas coexisten machos, hembras diploides sexuales y hembras partenogenéticas (Meisch 2000).

Los ostrácodos, dependiendo de la especie, pueden depositar sus huevos directamente en el medio o ser retenidos por las hembras en cámaras especializadas dentro del caparazón. A continuación, sigue un crecimiento discontinuo y determinado a través de mudas, donde el caparazón es eliminado periódicamente y reemplazado por otro mayor, conforme a las nuevas dimensiones del cuerpo. En general, los ostrácodos poseen 9 estadios separados por 8 mudas. Los estadios se designan como: "A" para el adulto y "A-1", "A-2" ... en orden decreciente para los juveniles, siendo el "A-8" el primer estadio juvenil de vida libre tras la eclosión (Figura 1.10) (Meisch 2000). Cuando el huevo eclosiona da lugar a una larva nauplius (estadio A-8), que posee un caparazón bivalvo escasamente calcificado y 3 pares de apéndices: anténulas, antenas y mandíbulas (Meisch 2000). Posteriormente, y durante las sucesivas mudas, aparecen nuevos apéndices y los ya existentes pueden cambiar de tamaño, forma y función (Delorme 1991). Si bien los órganos reproductores pueden aparecer en los estadios A-1 o A-2, únicamente el adulto está completamente formado y es sexualmente maduro (Meisch 2000, Mesquita-Joanes *et al.* 2012).

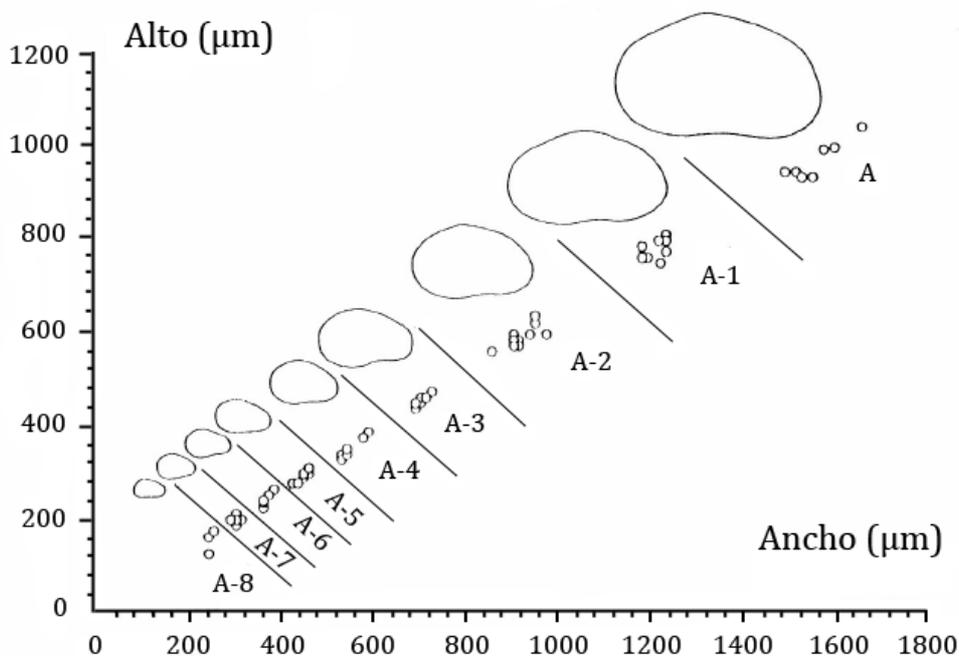


Figura - 1.10 - Desarrollo del caparazón a lo largo de la ontogenia de *Eucypris virens* (Modificado de Smith y Martens, 2000)

Hay una amplia variedad de ciclos de vida dentro de la clase Ostracoda, pudiendo ser univoltinos, bivoltinos, multivoltinos o con reproducción continua, e incluso existen taxa que pueden variar entre las distintas estrategias dependiendo de estacionalidad del hábitat (Mesquita-Joanes *et al.* 2012). La mayoría de las especies comienzan a eclosionar durante los períodos más cálidos del año, estando la sincronización de este proceso determinada, especialmente, por la temperatura y la salinidad. El ciclo de desarrollo de los ostrácodos dulceacuícolas puede durar desde tres semanas hasta más de un año (Marín 1984, Horne 1993, Mezquita *et al.* 1999c, Martins *et al.* 2009), siendo más cortos en especies que habitan ambientes temporarios (Delorme 1991).

La temperatura del agua afecta la reproducción de los ostrácodos, aunque la intensidad y dirección de estos efectos usualmente depende de cada especie. En general, a mayor temperatura el desarrollo post-embriionario se acelera y el tiempo de vida se acorta (Cohen y Morin 1990). El efecto de la temperatura sobre las tasas de desarrollo ha sido observado bajo condiciones experimentales (Latifa 1987) así como en seguimientos de poblaciones naturales (Coviaga *et al.* 2015).

Los ostrácodos que habitan lagunas efímeras han desarrollado estrategias que les permiten atravesar períodos desfavorables, como sequías o congelamientos (Geiger *et al.* 1998). Una de estas estrategias es la producción de huevos de resistencia. Estos poseen una estructura que les permite sobrevivir a la desecación y al congelamiento, y eclosionar una vez que las condiciones se tornan favorables (Meisch 2000). Otra adaptación es el desarrollo de un estadio tórpido, en donde el individuo (adulto o juvenil) reduce su metabolismo, sella fuertemente las valvas para evitar la deshidratación y permanece enterrado en los sedimentos por semanas, meses o incluso años, hasta que las condiciones ambientales vuelven a ser propicias (Delorme y Donald 1969, Horne 1993). Ambas estrategias, además de permitir la permanencia de los ostrácodos en ambientes temporarios, favorecen la dispersión y la colonización de nuevos hábitats, al ser transportados por el viento y/o por las aves (Horne 1993, Laprida y Ballent 2008). La producción de huevos de resistencia y/o estadios tórpidos es frecuente entre los Cypridoidea, mientras que es raro en los Cytheroidea y completamente ausente en los Darwinuloideos (Geiger *et al.* 1998).

Edad y Diversidad

Los ostrácodos son un grupo de crustáceos muy diversos con cerca de 33.000 especies entre vivientes y fósiles, y con alrededor de 8.000 especies actuales descriptas (Laprida y Ballent 2008).

Este grupo posee el registro fósil más completo dentro de los artrópodos, extendiéndose desde hace 500 millones de años hasta el presente (Rodríguez-Lazaro y Ruiz-Muñoz 2012). Durante el Ordovícico (período iniciado hace 485.4 ± 1.9 Ma.) se originaron los cinco órdenes actualmente reconocidos de la clase Ostracoda: Leperditicopida, Palaeocopida, Myodocopida, Platycopida y Podocopida, estando los dos primeros extintos (Martens 1998). El criterio utilizado para caracterizar los diferentes grupos taxonómicos se basa tanto en la morfología de las valvas, así como en la de los apéndices (Rodríguez-Lazaro y Ruiz-Muñoz 2012).

Los órdenes Myodocopida y Platycopida son exclusivamente marinos, mientras que los Podocopida poseen taxa vivientes que habitan en ambientes marinos, transicionales y continentales (Martens 1998). A continuación se presenta la clasificación del orden Podocopida, especificando el tipo de ambiente que habita cada taxón (marino: M, dulceacuícula: D) (Karanovic 2012).

Clase Ostracoda

Subclase Podocopa (M/D)

Orden Podocopida (M/D)

- Suborden Bairdiocopina (M)
 - Superfamilia Bairdioidea
 - Familias: Bairdidae; Bythocyprididae.

- Suborden Cytherocopina (M/D)
 - Superfamilia Cytheroidea (M/D)

- Familias: Bythocytheridae (M); Cobanocytheridae (M); (M); Cushmanideidae (M), Cytherettidae (M); Cytheridae (M); Cytheromatidae (M); Cytheruridae (M), Entocytheridae (D); Eucytheridae (M); Hemicytheridae (M); Kliellidae (D); Krithidae (M); Leptocytheridae (M/D); Limnocytheridae (D); Loxoconchidae (M/D); Microcytheridae (M); Neocytheridae (M); Paracytherideidae (M); Paradoxostomatidae (M); Parvocytheridae (M); Pectocytheridae (M); Psammocytheridae (M); Schizocytheridae (M); Trachyleberididae (M); Xestoleberididae (M/D).
 - Superfamilia Terrestricytheroidea (D)
 - Familia: Terrestricytheridae.
 - Suborden Darwinulocopina (D)
 - Superfamilia Darwinuloidea
 - Familia: Darwinulidae.
 - Suborden Cypridocopina (M/D)
 - Superfamilia Cypridoidea (M/D)
 - Familias: Candonidae (M/D); Cyprididae (D); Ilyocypridadae (D), Notodromatidae (D).
 - Superfamilia Macrocypridoidea (M)
 - Familia: Macrocypridadae.
 - Superfamilia Pontocypridoidea (M)
 - Familia: Pontocyprididae.
 - Suborden Sigilliocopina (M)
 - Superfamilia Sigillioidea
- Familia: Sigilliidae.

Autoecología

Los ostrácodos dulceacuícolas habitan casi todo tipos de hábitats acuáticos, siendo en general organismos bénticos, nadadores o no-nadadores. Los primeros, con frecuencia se localizan en las zonas litorales y entre la vegetación, y presentan antenas con largas setas plumosas. Por otro lado, las especies no nadadoras poseen antenas sin setas o con setas poco desarrolladas, las cuales son empleadas para desplazarse o escarbar en el sustrato (Delorme 1991).

La presencia y abundancia de las distintas especies de ostrácodos está determinada por factores relacionados tanto con las características físicas como químicas de los sistemas acuáticos que habitan. La primera categoría incluye el nivel de energía y permanencia del cuerpo de agua, conjuntamente con el tipo de sustrato y de vegetación. Las características del agua abarcan variables como la salinidad y composición iónica, temperatura y concentración de oxígeno disuelto (Yassinni y Jones 1995, Holmes 2001, Schwalb *et al.* 2002, Mezquita *et al.* 2005).

El nivel de energía del ambiente es un factor importante en la distribución de algunos grupos. La mayoría de las especies prefieren aguas calmas o con un leve movimiento, no obstante hay ciertos géneros, como *Potamocypris* y *Ilyocypris*, que se encuentran asociados a aguas de mayor energía, como arroyos y manantiales (Holmes 1992).

La permanencia de los cuerpos de agua permite definirlos como ambientes permanentes o temporarios. Estos últimos son habitados por organismos adaptados para atravesar los períodos de desecación. En este contexto, numerosas especies de ostrácodos son capaces resistir dichos períodos desfavorables, a través de la producción de huevos y/o estadios de resistencia (Holmes 2001).

Las características del sustrato influyen en la distribución de ostrácodos bentónicos. Se ha sugerido una disminución de la abundancia de este grupo al aumentar la cohesividad del sustrato, debido a una limitación en la circulación intersticial y la difusión del oxígeno, junto con inconvenientes para el desplazamiento de estos organismos (Palacios - Fest *et al.* 1994). Por su parte, la presencia de vegetación aporta una mayor heterogeneidad a los ambientes debido

a una mayor complejidad estructural (Benzie 1989, Trochine *et al.* 2008). Las macrófitas constituyen entonces microhábitats y una fuente de alimento para los ostrácodos, como así también un sustrato para la depositación de huevos y un refugio frente a los depredadores, disminuyendo la probabilidad de encuentro depredador-presa (Kiss 2004, Mormul *et al.* 2010, Mazzini *et al.* 2014).

La salinidad afecta tanto la riqueza específica como la abundancia de los ostrácodos no-marinos (Holmes 2001). En cuerpos de agua continentales, los cambios de salinidad pueden ser considerados una respuesta a la relación entre la evaporación y la precipitación. En este contexto, De Deckker y Forester han propuesto que en ambientes donde la precipitación supera a la evaporación, se registra una abundancia de ostrácodos de media a baja y una riqueza alta (Figura 1.11 A). Por el contrario, en ambientes con una relación inversa, las abundancias son altas y la riqueza específica baja (Figura 1.11 B) (De Deckker y Forester 1988).

La composición iónica de las aguas que habitan, estrechamente relacionada con la salinidad, también afecta la ocurrencia de estos organismos (Holmens 2001). En general, los ostrácodos dulceacuícolas están restringidos a aguas con alto contenido de Ca^{2+} , Mg^{2+} y HCO_3^- , mientras que los de ambientes más salinos prefieren aguas enriquecidas con Ca^{2+} , CaCO_3 , Na^+ y Cl^- (De Deckker y Forester 1988).

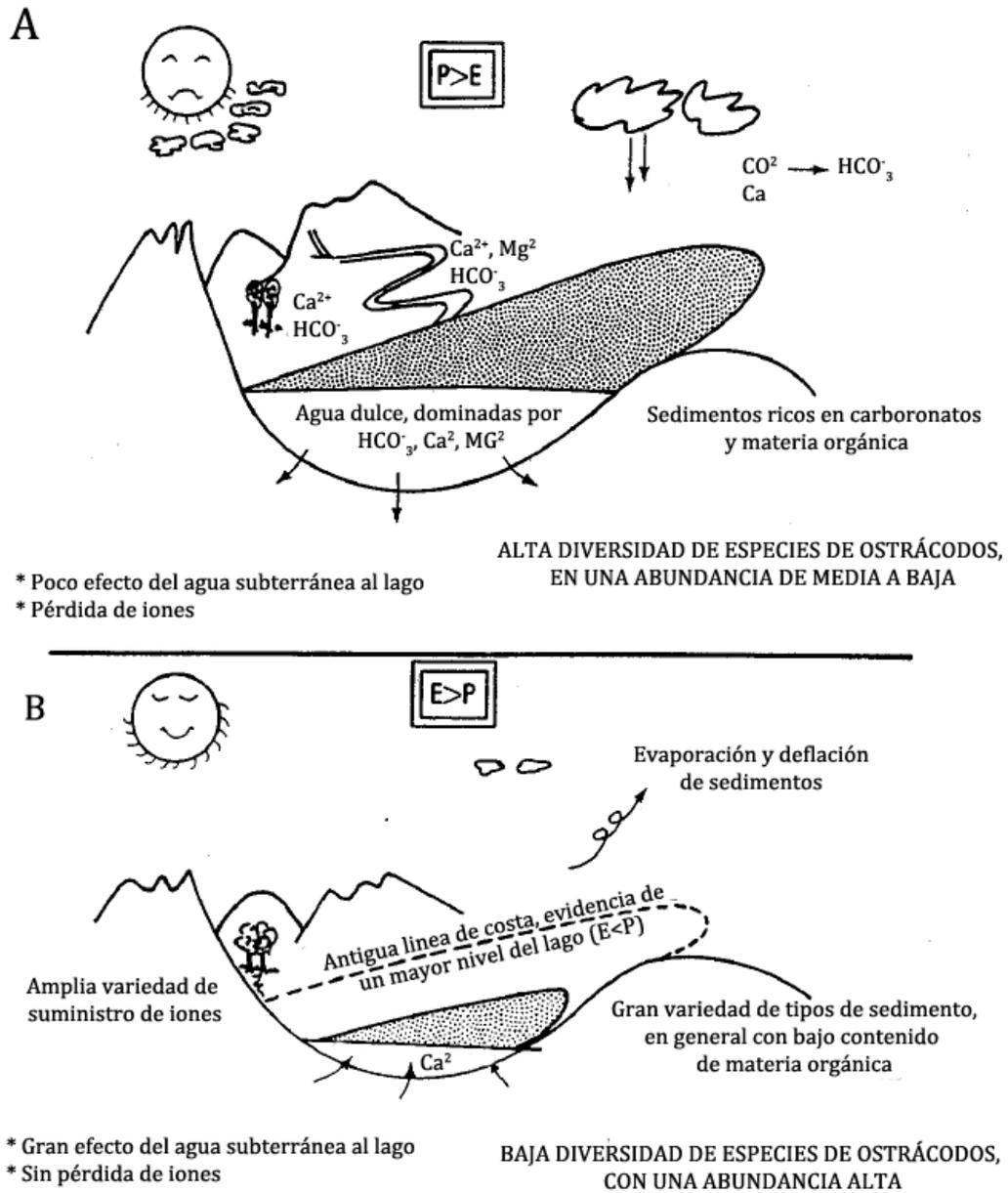


Figura 1.11 Diagrama esquemático mostrando la diferencia entre dos lagos con regímenes climáticos diferentes. A, la precipitación excede a la evaporación ($P > E$). B, la evaporación excede a la precipitación ($E > P$) (Modificado de Deckker y Forester, 1988).

La temperatura es otro factor importante en la distribución de los ostrácodos, afectando en gran medida la supervivencia, crecimiento y reproducción de estos organismos (Mesquita-Joanes *et al.* 2012). Si bien hay especies euritéricas, la mayoría de los ostrácodos poseen claras preferencias por rangos relativamente estrechos de temperatura. Por ejemplo, *Cytherissa lacustris* (Sars) es una especie limitada a temperaturas por debajo de los 23°C, siendo común en lagos de la región subpolar; *Lymnocythere bradburyi* Forester está limitada a lagos de temperaturas elevadas y de latitud media a baja; y *Candona rawsoni* Tressler es un ejemplo de una especie euritérica, presente en ambientes con un amplio rango de temperatura (Palacios - Fest *et al.* 1994).

La concentración de oxígeno disuelto controla la distribución de los ostrácodos. En ambientes continentales, el oxígeno disuelto en la interfase agua-sedimento está en equilibrio con el de la columna de agua suprayacente, descendiendo pocos centímetros por debajo. Por esta razón, la mayoría de los ostrácodos bentónicos habitan en los primeros 2-3 cm por debajo de la superficie (Laprida y Ballent 2008). Sin embargo, hay especies adaptadas a niveles de oxígeno menores, por ejemplo las especies que viven en ambientes poco profundos. *Candona candida* (Müller) y *Cypria ophthalmica* (Jurine), se han encontrado en concentraciones cercanas a cero (Delorme 1991) y *Heterocypris incongruens* (Ramdohr) puede tolerar hasta dos semanas en condiciones anaeróbicas (Dole-Olivier *et al.* 2000).

Otros factores que influyen en la distribución y abundancia de este grupo son la disponibilidad de alimento y la presencia de depredadores (Holmes 1992). Los ostrácodos son definidos como organismos generalistas, que consumen una gran variedad de tipos de alimentos, como algas, detritos orgánicos, restos (vivos o muertos) de plantas, heces de invertebrados, pequeños invertebrados y vertebrados (Karanovic 2012). Estudios experimentales han mostrado que los ostrácodos pueden detectar químicamente a sus presas y reaccionar moviéndose hacia el origen de estas señales (Vannier *et al.* 1998).

Los ostrácodos son depredados principalmente por peces e insectos (Mesquita-Joanes *et al.* 2012). Existen numerosos registros de estos microcrustáceos en las agallas de peces (Meisch 2000), razón por la que la

presencia de peces generalmente excluye las especies de ostrácodos más conspicuas, de los cuerpos de agua. No obstante, se ha demostrado que algunas especies de ostrácodos pueden detectar químicamente a potenciales depredadores y cambiar su comportamiento en busca de evitar la predación (Roca *et al.* 1993, Vandekerkhove *et al.* 2012).

Ostrácodos en estudios paleoambientales

Los ostrácodos han sido intensivamente utilizados en la interpretación de ambientes fósiles, dado que se encuentran en todo tipo de hábitats acuáticos, abarcan prácticamente todo el Fanerozoico y suelen ser sensibles a variaciones en las condiciones ambientales (Yassini y Jones 1995). En consecuencia son una excelente herramienta en la caracterización de paleoambientes, el reconocimiento de eventos geológicos a gran escala y la reconstrucción paleogeográfica (Laprida y Ballent 2008).

En el marco de las interpretaciones paleoambientales, los ostrácodos se han empleado en la reconstrucción de numerosas variables limnológicas, como temperatura, salinidad, concentración de solutos, concentración de oxígeno y de clorofila *a*. La mayor parte de estos estudios involucran un análisis faunístico, que comprenden principalmente la evaluación de la riqueza específica y composición de las asociaciones de especies (Rodríguez-Lazaro y Ruiz-Muñoz 2012). Dado que se basan en las preferencias ecológicas conocidas para cada especie, en muchos casos se realiza una reconstrucción cualitativa (Holmes 2001). La validez de este tipo de reconstrucciones paleoambientales depende del conocimiento tafonómico de las muestras analizadas, determinando el origen de la asociación de especies (autóctona o alóctona) y el grado de transporte post-mortem (Boomer *et al.* 2003). De modo que, para que la reconstrucción sea válida, la asociación fósil recuperada debe haberse desarrollado *in situ* y no haber sido transportada desde otro sitio (Holmes 1992). Asimismo, el análisis de la estructura poblacional (e.g. abundancia relativa de adultos y juveniles, relación entre valvas y caparazones) aporta información paleoambiental, especialmente sobre el nivel de energía en el

ambiente de depositación (Boomer *et al.* 2003). Una estructura poblacional con abundantes estadios juveniles y caparazones articulados sugiere un bajo transporte post-mortem. Mientras que, una población conformada mayormente por valvas de adultos y estadios avanzados, indicaría la existencia de un transporte post-mortem y por ende un ambiente de depositación de alta energía (Figura 1.12) (Holmes 2001).

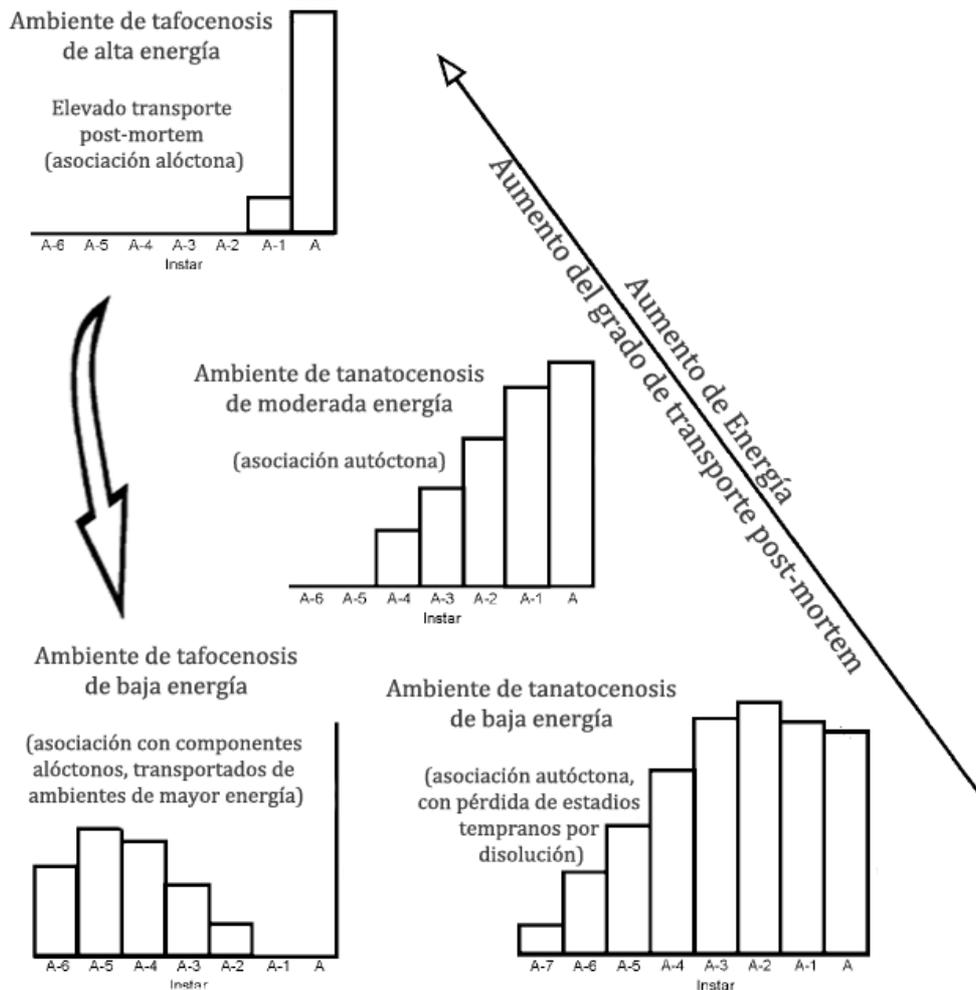


Figura 1.12 - Relación entre la estructura poblacional de las asociaciones de ostrácodos y su interpretación paleoambiental. (Modificado de Boomer *et al.* 2003).

El análisis geoquímico de los carbonatos presentes en las valvas también brinda información sobre las condiciones de ambientes pasados. Esto se debe a que los ostrácodos toman los elementos requeridos para la secreción del nuevo

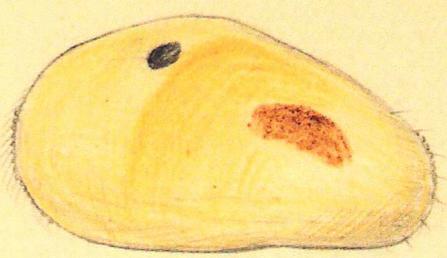
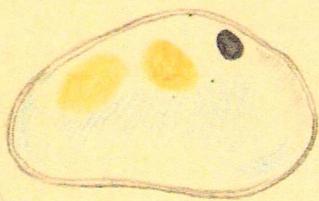
caparazón durante las mudas directamente del medio circundante, lo cual tiene lugar en un corto período de tiempo. De este modo la composición de las valvas refleja las condiciones del agua en un momento determinado (Holmes 2001). La relación isotópica $\delta^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de las valvas puede ser interpretada en términos para reconstrucciones de paleotemperaturas. Esta relación se encuentra directamente influenciada por las condiciones de temperatura y la relación $\delta^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de las aguas, la cual depende de numerosos factores, tales como el promedio de precipitaciones que ocurren en la cuenca, la hidrología de la misma, la tasa de evaporación y el tiempo de permanencia del cuerpo de agua (Holmes 2001). Por otro lado, la relación isotópica $\delta^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ puede ser analizada en términos de paleoproduktividad (Laprida y Ballent 2008). Debido a que las plantas acuáticas toman preferencialmente ^{12}C durante el proceso de fotosíntesis, en períodos de mayor productividad la cantidad de ^{12}C en el agua se reduce, aumentando la proporción de $\delta^{13}\text{C}$ (Leng y Marshall 2004). El contenido de los elementos traza magnesio y estroncio en las valvas se ha utilizado exitosamente en reconstrucciones de paleosalinidad y paleotemperaturas (Holmes 2001).

En los últimos años, se intensificó el uso de los ostrácodos en análisis estadísticos tales como funciones de transferencia para caracterizar y cuantificar, especialmente, el clima del Cuaternario (Horne *et al.* 2012). Este tipo de técnicas requiere de una base de datos con información sobre la distribución y abundancia de las especies, abarcando amplios gradientes geográficos y ambientales (Horne *et al.* 2012), debido a que establecen una relación sistemática entre las especies de ostrácodos y el parámetro ambiental a reconstruir mediante la función de transferencia (Viehberg y Mesquita-Joanes 2012). En este tipo de análisis, se asume que los requerimientos ambientales de la fauna fósil utilizada como bioindicador han permanecido constantes durante el período de tiempo considerado y, por lo tanto, son similares a aquellos de sus representantes modernos. De esta manera, se considera que asociaciones biológicas similares se depositan bajo condiciones ambientales semejantes. Así, si el ensamble de especies modernas se corresponde con el que presentan secuencias fósiles, las condiciones ambientales registradas en las muestras actuales pueden ser utilizadas directamente para estimar las del ambiente fósil (Juggins y Birks 2012; Simpson 2012).

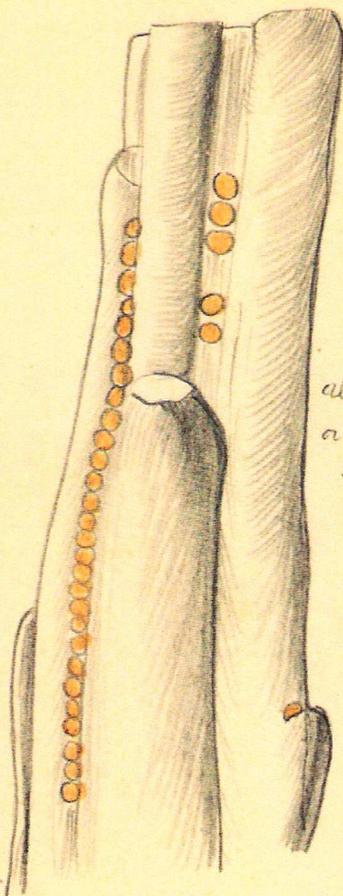
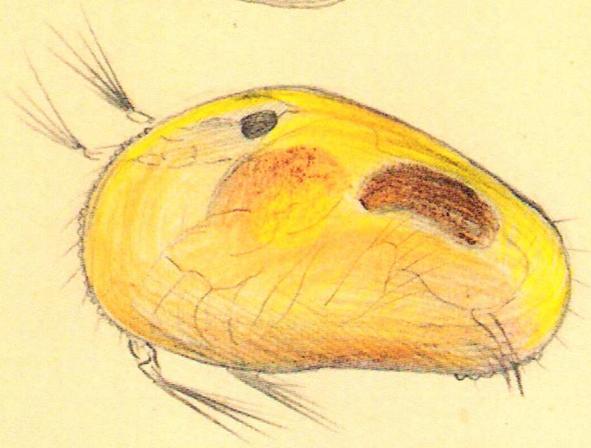
VIII

Cyprinotus incongruus.

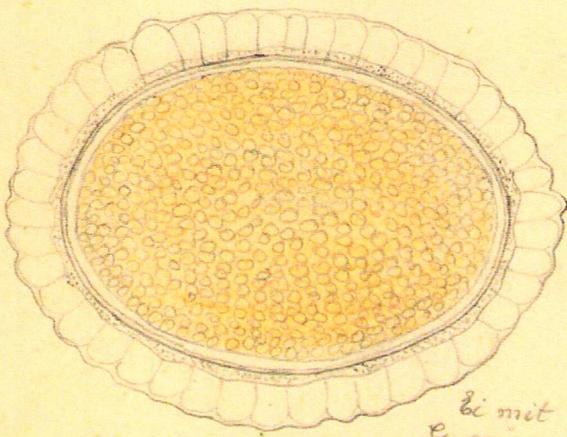
1/20



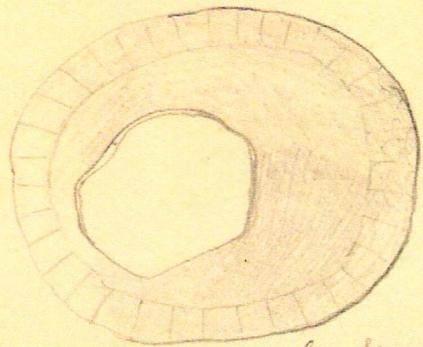
1/30



abgelegte Eier
an einem Aste.
2.9.18.



Ei mit
Gallert-hülle.



leere Schale.

Ostracoda 9.

Jugendformen.

Klie 1918

285/18.

Objetivos

2. Objetivos

Las características antes mencionadas de los ostrácodos: una distribución y abundancia influenciada por las características físico-químicas de los cuerpos de agua que habitan, junto con una excelente utilidad en paleoreconstrucciones, resaltan la importancia y los beneficios de estudiar este grupo. Por dicho motivo, mediante la presente tesis, se pretende aumentar los conocimientos generales sobre ellos, tanto sobre ejemplares actuales como subfósiles, como así también inferir cambios paleoambientales durante el Holoceno en Patagonia Norte.

Para el desarrollo de esta tesis doctoral se plantearon las siguientes hipótesis:

- La primera de ellas implica que la distribución y abundancia de las especies de ostrácodos patagónicos no marinos se encuentran altamente influenciadas por las características físico-químicas de los sistemas acuáticos que habitan. A partir de esta hipótesis, se espera identificar asociaciones específicas, diferentes entre sí, a lo largo de un gradiente ambiental.
- La segunda hipótesis presume que la hidrología de las lagunas endorreicas de Patagonia Norte se encuentra estrechamente relacionada con el clima, reflejando la evolución paleoclimática local y regional. Los ostrácodos presentes en los sedimentos de dichas cuencas pueden potencialmente reflejar esta evolución a partir de variaciones en la abundancia, riqueza y composición taxonómica de los ensambles de especies. En base a este enunciado, se esperan detectar cambios en la abundancia y riqueza de los ostrácodos recuperados en los registros lacustres, reflejando cambios hidrológicos en la cuenca, y en última instancia, en el clima de la región.
- Finalmente se hipotetiza que la información obtenida del estudio de ostrácodos modernos brindará información extrapolable al

registro fósil. De esta manera, se predice que las preferencias ecológicas identificadas en las especies modernas, podrán ser utilizadas en el análisis de la fauna de ostrácodos recuperada de los registros lacustres.

A partir de estas hipótesis se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivos generales

- Aportar nuevos conocimientos sobre la ecología y biología de la clase Ostracoda en el país, fundamentalmente en lo referido a ostrácodos lacustres actuales y secuencias cuaternarias en Patagonia Norte.
- Realizar estudios comparativos entre taxones recientes y fósiles en ambientes continentales.
- Expandir el conocimiento paleoclimático, paleoecológico y paleoambiental del Cuaternario en la región de Patagonia.

Objetivos específicos

- 1) Estudiar las asociaciones específicas de ostrácodos recientes en ambientes continentales a lo largo de un gradiente de Patagonia Norte.
- 2) Estudiar la distribución y abundancia de la asociación de especies y su relación con distintas variables ambientales.
- 3) Analizar la clase Ostracoda presente en testigos cuaternarios localizados en la Patagonia Norte.
- 4) Correlacionar los resultados obtenidos en los puntos anteriores mediante funciones de transferencia, para identificar los eventos paleoclimáticos, paleoecológicos y paleoambientales ocurridos en el área durante el Cuaternario.

En base al orden de los objetivos propuestos, en esta tesis se presenta en primer lugar los resultados taxonómicos de todas las especies identificadas, tanto actuales como holocénicas. Posteriormente, se encuentra el análisis de la fauna de ostrácodos actuales y su relación con las características de los sistemas acuáticos que habitan, seguido por el estudio de la fauna de ostrácodos recuperada de dos secuencias cuaternarias. Finalmente, se presenta una sección integradora, donde se integran los resultados de la fauna actual con la presente en las secuencias cuaternarias analizadas.



Bosquet 1854

Antecedentes

3. Antecedentes

En Argentina, el estudio de ostrácodos lacustres se inició a principios del siglo XX, con las primeras descripciones de especies provenientes de la región patagónica (Vavra 1898, Daday 1902) y cuyana (Brehm 1934). Hacia mediados del 1900, se comenzó a estudiar este grupo en forma sistemática a lo largo de todo el país, observándose un marcado incremento durante el siglo XXI. A continuación, se mencionan los trabajos más relevantes sobre ostrácodos cuaternarios y actuales, realizados desde el norte hacia el sur de Argentina.

En la región del Altiplano, la reconstrucción de los cambios limnológicos ocurridos durante el Holoceno en el Salar Laguna Colorada, Catamarca (Di Micco 2012) constituye el primer estudio sobre ostrácodos fósiles para este sector de Argentina. Posteriormente, mediante el estudio de ostrácodos cuaternarios se realizó la reconstrucción paleolimnológica de la laguna Llanquanelo, Mendoza (D'Ambrosio 2014). En ambos análisis se utilizó información taxonómica y ecológica obtenida del estudio de especies actuales de esas regiones (Laprida *et al.* 2006, Di Micco 2012, D'Ambrosio 2014). Díaz y Lopretto (2009) identificaron una nueva especie del género *Cypriconcha* en humedales de altura en la provincia de Catamarca y D'Ambrosio *et al.* (2015) realizó la primera descripción quetotáxica de *Ilyocypris ramirezi* Cusminsky y Whatley, especie muy distribuida en el territorio argentino, a partir de muestras de la provincia de Mendoza.

En la Mesopotamia Argentina se desarrollaron los primeros estudios utilizando ostrácodos continentales como indicadores paleoambientales. En dichos trabajos se realizaron reconstrucciones paleoecológicas descriptivas de ambientes cuaternarios de la provincia de Chaco y pleistocénicos de Entre Ríos (Zabert 1981; Zabert y Herbst 1986). Respecto al estudio sobre ostrácodos actuales, Ferguson (1967) determinó tres nuevas especies en la región de la cuenca del Paraná. Más tarde, se relevó la fauna de ostrácodos de la región (César *et al.* 2004) y se analizó

desde el punto de vista taxonómico al género *Chlamydotecha* (Díaz y Lopretto 2011).

En la zona pampeana, el estudio de ostrácodos fósiles comenzó con Whatley y Cholich (1974), quienes describieron un nuevo género a partir de sedimentos del Pleistoceno tardío – Holoceno temprano de esa región. Bertels y Martínez (1990, 1997) continuaron con la descripción de especies fósiles provenientes de sedimentos cuaternarios de la provincia de Buenos Aires. En esta provincia, los trabajos más recientes comprenden los llevados a cabo por Laprida y Valero-Garcés (2009) y Laprida *et al.* (2009; 2014), donde se identificaron cambios ambientales durante los últimos 5000 años, con claros indicios de los efectos de la Pequeña Edad de Hielo y el inicio del impacto antrópico en la región. En referencia a los ostrácodos actuales, Ramírez (1967) realizó un estudio sobre la fauna presente en la laguna de Chascomús, provincia de Buenos Aires. A principios del siglo XXI, César *et al.* (2001) realizó un relevamiento taxonómico en la Isla Martín García y Fontana y Ballent (2005) identificaron una nueva especie del género *Amphicypris* en una laguna costera de la provincia de Buenos Aires. En forma paralela, Laprida (2006) realizó el primer estudio relacionando la distribución de las especies actuales con las condiciones ambientales, para luego utilizar esta información en estudios paleolimnológicos. Años después, se realizó un estudio taxonómico, con descripciones apendiculares, de ostrácodos de la provincia de Buenos Aires (Díaz 2010) y se estudió la dinámica poblacional de especies de ambientes someros de la isla Martín García (Liberto *et al.* 2012), particularmente el efecto de la temperatura en el desarrollo postembrionario de las especies más abundantes, *Chlamydotecha incisa* y *Strandesia biscopius* (Liberto *et al.* 2014). Ramón-Mercau *et al.* (2014) por su parte, realizó una revisión sobre el género *Limnocythere*, particularmente en relación a su utilización como indicadores paleohidrológicos, e identificó una nueva especie perteneciente a este género.

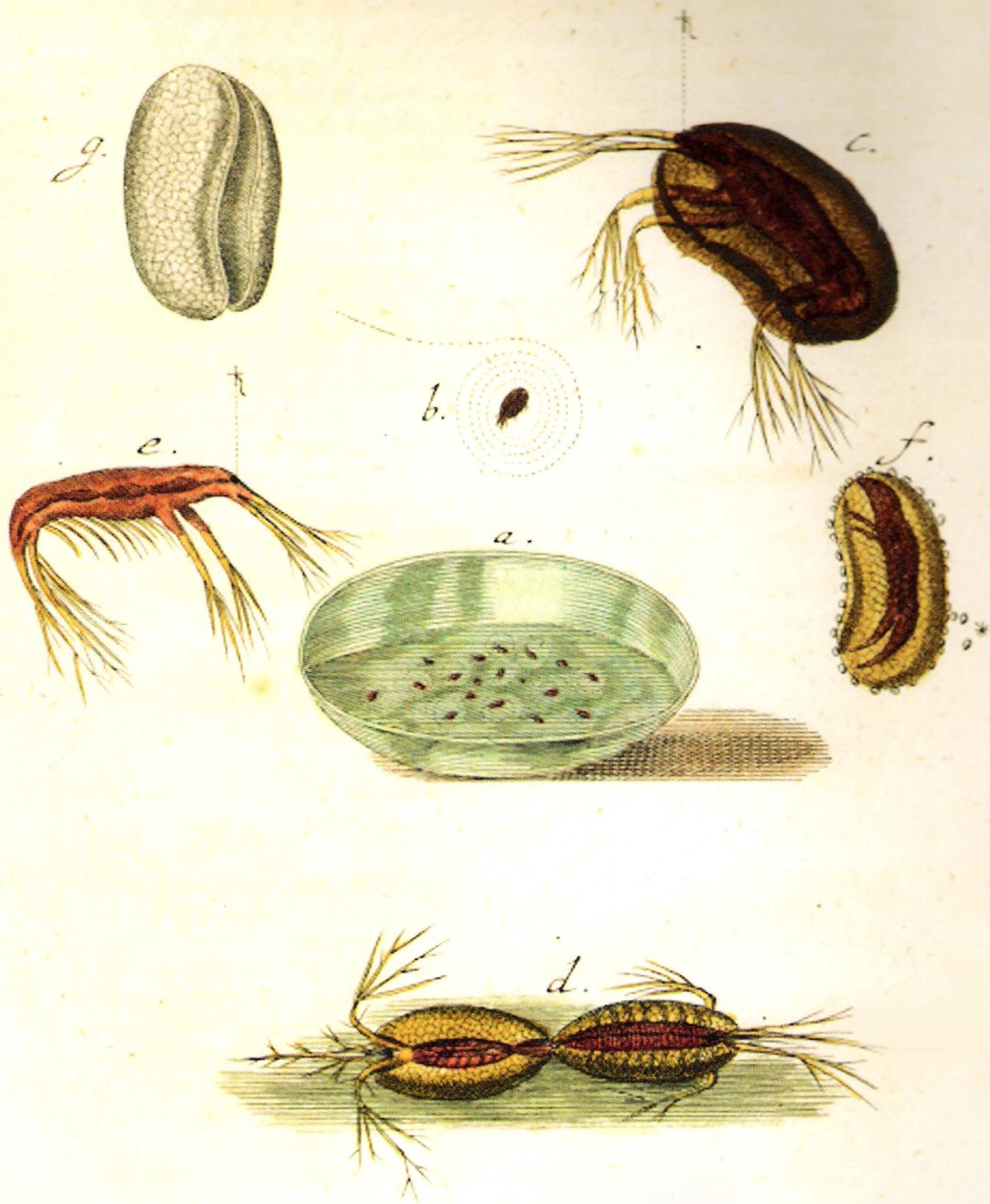
En Patagonia los estudios sobre este grupo se iniciaron a partir de 1990, focalizándose principalmente en ostrácodos fósiles y fomentados por el desarrollo de proyectos internacionales multidisciplinarios, como el Lago-Comahue, el Pato/Palatra (Patagonian Lake Drilling Project) y el PIPA (Proyecto Interdisciplinario Patagonia Austral). Cusminsky y Whatley (1996) realizaron un

relevamiento faunístico sobre secuencias fósiles de la provincia de Río Negro, determinando cinco nuevas especies. Dichos taxa fueron posteriormente reconocidos en secuencias cuaternarias de la provincias de Río Negro (región de Cari-Laufquen), y Santa Cruz (lago Cardiel y laguna Cháltel), permitiendo identificar variaciones en la hidrología de las cuencas a lo largo del Pleistoceno Superior-Holoceno (Whatley y Cusminsky 2000; Markgraf *et al.* 2003; Pineda *et al.* 2010; Cusminsky *et al.* 2011; Ohlendorf *et al.* 2014). En el área de Cari-Laufquen (41°S) se identificó un período húmedo durante el Pleistoceno superior, seguido por una disminución en las lluvias y condiciones más secas en el Holoceno temprano (Cusminsky *et al.* 2011; Pineda 2008; Whatley y Cusminsky 1999). Contrariamente, en la zona de Cardiel (49°S) se reconoció una fase seca/árida hacia fines del Pleistoceno, seguido por un período de mayores precipitaciones durante el Holoceno temprano (Markgraf *et al.* 2003; Cusminsky *et al.* 2011). Recientemente, Ohlendorf y colaboradores estudiaron los cambios hidrológicos ocurridos durante el Holoceno Tardío en la laguna Cháltel (50°), indicando la existencia de un lago efímero desde los 4700 años AP hasta los 4040 años AP, seguido por la formación de un lago salino entre los 4040 y 3200 años AP (Ohlendorf *et al.* 2014).

A partir del siglo XXI, y en forma paralela al estudio de ostrácodos fósiles, se comenzó a investigar la fauna actual de ambientes no marinos de Patagonia. Los primeros estudios identificaron diferentes ensambles de especies según el tipo de ambiente: a) arroyos y manantiales, caracterizados por *Darwinula sp.*, *Heterocypris incongruens*, *Eucypris fontana*, *Amphicypris nobilis* y *Ilyocypris ramirezi*; mientras que *Limnocythere patagonica*, *E. labyrinthica*, *Limnocythere sp.*, *E. fontana* y *E. aff. fontana* son especies típicas de lagos y lagunas permanentes; y *L. rionegroensis* domina en lagos someros y lagunas efímeras, frecuentemente asociada con *E. fontana* (Schwalb *et al.* 2002; Cusminsky *et al.* 2005). Estos resultados ratifican la hipótesis de Whatley y Cusminsky (1999), quienes postularon a *L. rionegroensis* como una posible especie indicadora de ambientes salinos y condiciones climáticas secas. Asimismo, la variedad presente de esta especie también brinda información limnológica, *e.g.* la variedad 1 habita en ambientes de mayor concentración iónica que la variedad 2 de *L. rionegroensis* (Cusminsky *et al.* 2011). Ramón Mercau *et al.* (2012) y Coviaga y Cusminsky (2015) por su parte, también encontraron una

relación entre determinadas especies y las características de los ambientes acuáticos; mientras *L. rionegroensis* y *Heterocypris salina* habitan ambientes mesohalinos, evaporiticamente enriquecidos; *L. patagonica*, *E. cecryphalium*, *Potamocypris smaragdina* y *Penthesinelula incae* se encuentran en aguas más diluidas; y *Tonnacypris lutaria* y *Bradlestrandesia fuscata* se distribuyen en cuerpos de agua con una baja concentración iónica. Recientemente, Ramón Mercau utilizó información sobre ostrácodos actuales de Santa Cruz en la realización de una función de transferencia para la variable salinidad, infiriendo cambios en los regímenes de precipitaciones y patrones de circulación atmosférica sobre la Patagonia Austral durante el Holoceno medio-tardío (Ramón Mercau 2015).

Estudios taxonómicos realizados en la provincia de Neuquén, resultaron en la identificación de un nuevo género perteneciente a la familia Cyprididae (Díaz y Martens 2014). Por otro lado, estudios sobre la biología y ciclo de vida de estos organismos indicaron que la temperatura y la conductividad también afectan las tasas de desarrollo y el tamaño adulto final alcanzado por los ostrácodos patagónicos (Coviaga *et al.* 2015). Asimismo, Ramos *et al.* (2015b) sugieren que los factores ambientales, principalmente las concentraciones de calcio y magnesio y el pH de las aguas, podrían ser causantes de variaciones en el tamaño y forma de las valvas *E. fontana* en ambientes acuáticos de Patagonia.



Ledermüller 1763

Área de estudio

4. Área de estudio

El área de estudio comprendida en la presente tesis abarcó desde los 39°00' a los 41°38' latitud Sur y desde los 63°46' a los 71°27' longitud Oeste, cubriendo casi la totalidad de la provincia de Río Negro, el sur de Neuquén y el sudeste de la Pampa (Figura 4.1).

En esta sección se describen en detalle las características del área estudiada, incluyendo tanto los ambientes de recolección de muestras actuales como las lagunas donde se extrajeron las secuencias holocénicas.

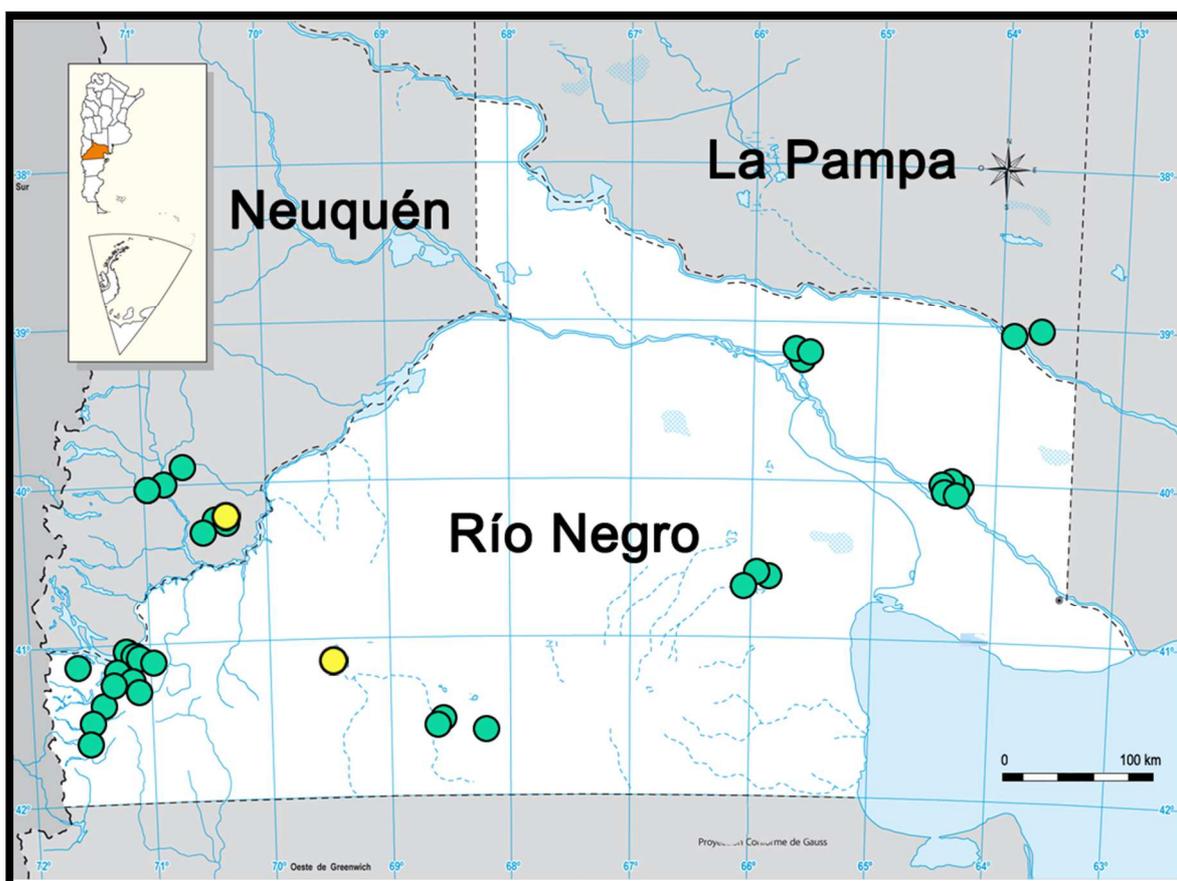


Figura 4.1 – Localización de los sitios comprendidos dentro del área de estudio, en verde se indican los 36 ambientes donde se recolectaron las muestras actuales de ostrácodos y en amarillo las 2 lagunas donde se extrajeron los testigos.

El área de estudio abarcó parte de las siguientes provincias geológicas: Cordillera Patagónica Septentrional, segmento Norte; Engolfamiento Neuquino; Patagónides, en el sector de la Precordillera Patagónica; Macizo de Somún Curá; y Llanura Chacabonaerense, en la zona de la cuenca del Colorado (Ramos 1999; Figura 4.2).



Figura 4.2 – Provincias geológicas de Argentina (Modificado de Ramos 1999).

El segmento norte de la Cordillera Patagónica Septentrional abarca entre los 39º y 43º latitud sur. Se caracteriza por un basamento de rocas metamórficas de mediano a alto grado y plutonitas. A continuación, se observa una secuencia volcánica de edad paleógena y sedimentos (continentales y marinos) del Oligoceno–Mioceno. En el borde oriental de este segmento se desarrollan las cuencas de Collón Cura y Ñirihuau, con depósitos clásticos continentales del Oligoceno-Mioceno e intercalaciones marinas que registran una transgresión ocurrida durante el Cenozoico (Ramos *et al.* 1982). Hacia el Oligoceno tardío - Mioceno se originaron en la zona estratovolcanes, como ser Lanín, Puyehue y Tronador (Stern 2004).

El Engolfamiento Neuquino abarca la región extraandina de Neuquén y Mendoza. Esta provincia geológica presenta principalmente afloramientos de depósitos continentales y marinos cretácicos, correspondientes a la primera transgresión marina procedente del océano Atlántico (Ramos 1999).

La Precordillera Patagónica comprende las estribaciones extrandinas de las provincias de Río Negro y Chubut. Está constituida fundamentalmente por un basamento neopaleozoico (Varela *et al.* 2005, Pankhurst *et al.* 2006), depósitos marinos y continentales neopaleozoicos y mesozoicos, basaltos de edad cretácica y paleógena (Ramos 1999).

El Macizo de Somún Curá se compone de un basamento de rocas metamórficas y plutónicas. Posteriormente se reconocieron fundamentalmente depósitos marinos eopaleozoicos intruidos por rocas plutónicas ordovícicas, rocas volcánicas y sedimentarias mesozoicas, y secuencias marinas transgresivas del Cretácico, Paleógeno y Neógeno (Ramos 1999).

La cuenca del Colorado se ubica al extremo sur de la provincia geológica Llanura Chacabonaerense, gran parte de ésta se desarrolla en la plataforma continental. La cuenca está compuesta por dos unidades: la primera es un basamento precretácico, constituido por remanentes de cuencas sedimentarias paleozoicas, rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias; la segunda unidad está conformada por un relleno sedimentario, compuesto por depósitos de origen continental que luego son cubiertos por sedimentos finos de origen marino de edad cretácica. Esta secuencia yace en discordancia debajo de pelitas de la

ingresión paleocena. Depósitos marinos de la plataforma, principalmente del Mioceno, cubren la mayor parte de la cuenca (Ramos 1999).

Aspectos geomorfológicos, climáticos y biológicos: Ecorregiones

Las ecorregiones son grandes áreas definidas por una relativa homogeneidad en cuanto a las características geomorfológicas y climáticas, caracterizadas por una determinada fisonomía vegetal, con un grupo considerable de especies compartidas. En Argentina pueden identificarse 18 ecorregiones, cuatro de las cuales se encuentran representadas en Patagonia y estuvieron comprendidas en el área de estudio de esta tesis: Bosques Patagónicos, Estepa Patagónica, Monte de Llanuras y Mesetas y Espinal (Figura 4.3) (Burkart *et al.* 1999).

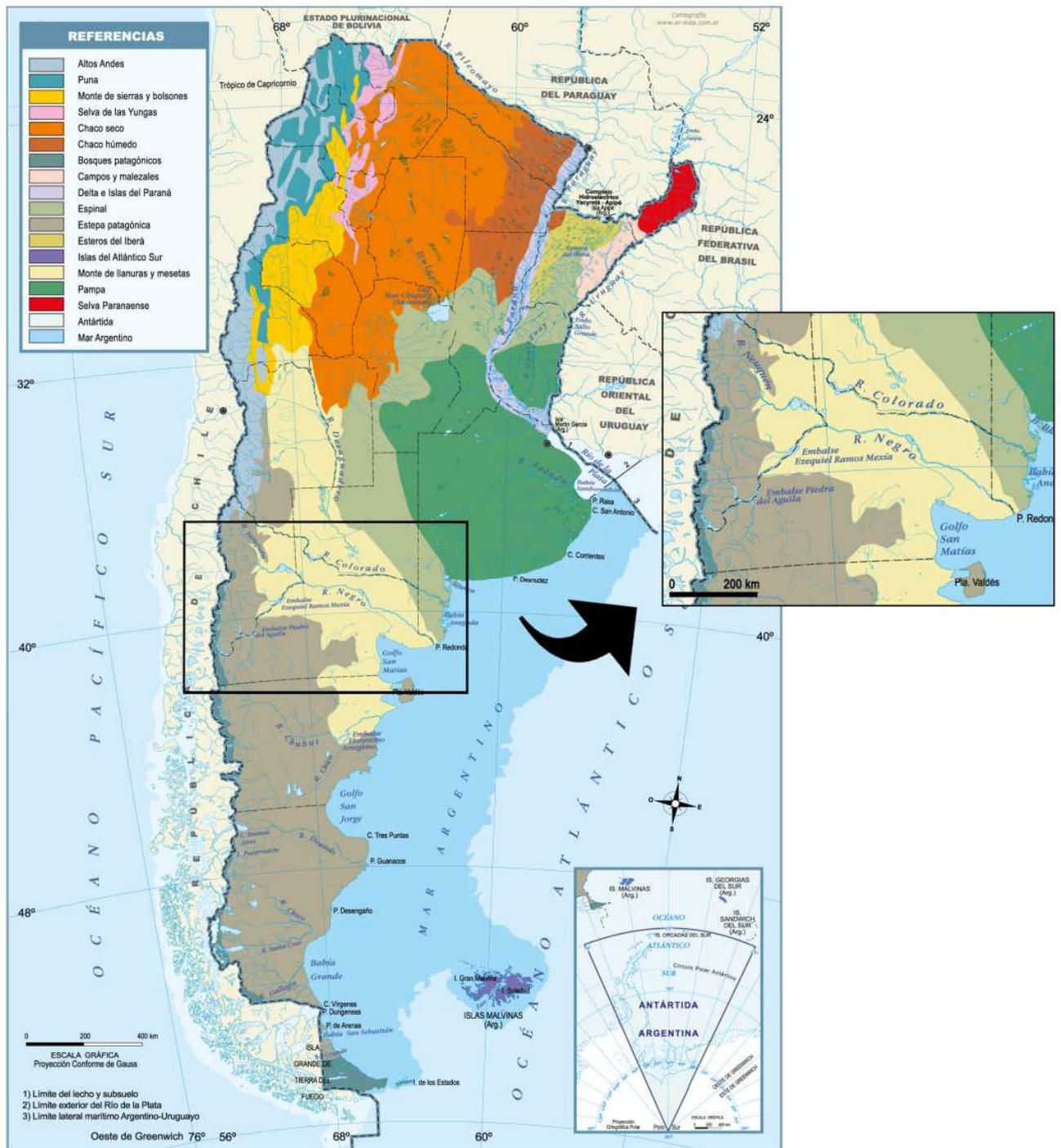


Figura 4.3 – Ecorregiones de Argentina (Modificado de <http://www.ambiente.gov.ar>).

- ***Bosques Patagónicos***

La ecorregión de Bosques Patagónicos se ubica entre los paralelos 35° y 48° de latitud sur, abarcando las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut, entre el límite con Chile y el meridiano de 70° de longitud oeste (Figura 4.3) (Armesto *et al.* 1995).

Esta ecorregión se define por la presencia de la cordillera de los Andes, con elevados cordones montañosos separados por valles paralelos y transversales. Predominan los rasgos erosivos de acción glaciaria, como grandes cuencas, amplios valles en “U” y circos. No obstante, son muy frecuentes las geoformas erosivas y acumulativas fluviales (terrazas aluviales, deltas y conos de deyección) sobreimpuestas al modelo glaciario. La hidrografía de la ecorregión también se encuentra muy relacionada con fenómenos glaciarios, con grandes lagos y numerosos ríos de montaña. Ambos tipos de cuerpos de agua son alimentados principalmente por los deshielos estacionales provenientes de las altas cumbres, por lo que sus aguas suelen ser muy diluidas (Díaz *et al.* 2007). En esta ecorregión también se observa la presencia de humedales, siendo los tipos más frecuentes los mallines, las turberas de *Sphagnum* y las lagunas de inundación temporarias o semi-temporarias, frecuentes en la periferia de lagos profundos o en planicies de inundación de arroyos y ríos (Perotti *et al.* 2004). El volcanismo es otro factor importante en la ecorregión, dando lugar a extensos mantos de cenizas volcánicas sobre los que se desarrollaron suelos fértiles. Estos, en general, son rocosos o arenosos, desagregados, con un horizonte superior rico en materia orgánica (Dirección de Bosques 2003).

El clima es templado húmedo, con vientos predominantes del oeste-noroeste, de moderados a moderadamente fuertes (Dirección de Bosques 2003). La influencia de estos vientos húmedos del Pacífico, junto con el efecto de “sombra” que produce la Cordillera de los Andes sobre el sector oeste de Argentina, determinan un marcado gradiente de precipitación longitudinal. Así, a latitudes medias de 40° S y a lo largo de 80 km, la precipitación varía de 3.000 mm en los Andes a menos de 500 mm en la estepa patagónica (Premoli *et al.* 2005). Las lluvias ocurren mayormente durante el invierno, entre los meses de mayo a agosto. Las temperaturas, por su parte, disminuyen de norte a sur, con medias anuales de

9,5°C en el norte y 5,4°C en el sur. La amplitud térmica anual también es muy variable, con valores de 14°C en el norte y 4°C en el sur. En esta ecorregión son frecuentes las heladas durante la mayor parte del año (Dirección de Bosques 2003).

La vegetación de esta ecorregión se caracteriza por bosques en mosaico, alternando con vegetación esteparia o turberas (en Tierra del Fuego). Los bosques predominantes son los monoespecíficos de coihue, lenga o ñire (*Nothofagus dombeyi*, *N. pumilio* y *N. antartica*), entre las especies arbustivas son frecuentes la laura (*Schinus patagonica*), la chaura (*Gaultheria mucronata*) y la enredadera virreina (*Mutisia spinosa*). Intercalándose con los bosques, y en mayor proporción hacia el este, se observa la presencia de especies esteparias como el coirón (*Festuca gracillima* y *Festuca pallescens*), el neneo (*Mulinum spinosum*) y el espino negro (*Rhamnus lycioides*) (Dirección de Bosques 2003).

- ***Estepa Patagónica***

La ecorregión de la Estepa Patagónica abarca el sudoeste de Mendoza, oeste de Neuquén, centro-oeste de Río Negro, gran parte del Chubut y Santa Cruz y el Norte de Tierra del Fuego (Figura 4.3) (Burkart *et al.* 1999).

Esta ecorregión se caracteriza por un relieve de mesetas escalonadas, con montañas y colinas erosionadas, dunas, acantilados costeros y valles en los ríos Chubut, Deseado, Chico, Santa Cruz y Coyle. La red de drenaje consiste en una serie de ríos de curso oeste-este que drenan las laderas de los Andes, atravesando las estepas y los semidesiertos hasta llegar al Atlántico (Paruelo *et al.* 2005). Dentro de las mesetas, algunas de gran extensión, se destaca la presencia de cuencas endorreicas o sin drenaje superficial (arreicas). También son frecuentes los mallines y lagunas temporarias formadas en depresiones naturales originadas por deflación eólica (Perotti *et al.* 2004). Los suelos en general son poco desarrollados, con predominancia de texturas gruesas y pobres en materia orgánica. Los detritos glaciales y los materiales volcánicos son los materiales parentales más importantes de los suelos patagónicos (Paruelo *et al.* 2005).

El clima patagónico es frío, ventoso y seco, con características semidesérticas. La aridez es consecuencia de la presencia de la Cordillera de los Andes, que actúa

como una barrera para las masas de aire húmedo provenientes desde el océano Pacífico por los fuertes vientos del Oeste (Matteucci 2012). Éstas descargan su humedad en las laderas occidentales de los Andes y, al descender en la vertiente oriental, se calientan y se secan. De este modo se genera un fuerte gradiente de precipitaciones de Oeste (600 mm anuales) a Este (120 mm), con una media anual de 200 mm en la mayor parte del territorio (Paruelo *et al.* 2005). La precipitaciones se concentran mayormente durante el invierno, evidenciando un fuerte déficit hídrico estival (Paruelo *et al.* 2000). Las temperaturas medias varían entre 3 y 12°C, descendiendo de Norte a Sur, por influencia de la latitud geográfica, y de Este a Oeste, por la altitud sobre el nivel del mar. Los fuertes vientos del oeste modifican sensiblemente la sensación térmica, y la reducen, en promedio, 4,2°C. Por otro lado, en esta ecorregión se producen heladas durante casi todo el año (Paruelo *et al.* 2005).

En los sectores más áridos de la ecorregión Estepa Patagónica la vegetación está constituida por arbustos bajos, como cola de piche (*Nassauvia glomerulosa*), chuquiragua (*Chuquiraga aurea* y *C. avellanadae*), duraznillo (*Colliguaya integerrima*), mata torcida (*Nardophyllum obtusifolium*) y mata negra (*Junellia tridens*) (Paruelo *et al.* 2005). Las estepas arbustivo-graminosas, características de los sectores semiáridos, están dominadas por arbustos de neneo (*Mulinum spinosum*), senecio (*Senecio filaginoides*) y mamuel choique (*Adesmia volkmanni*), y por gramíneas (*Stipa speciosa*, *S. humilis* y *Poa ligularis*) (Golluscio *et al.* 1982). En áreas de mayor humedad dominan las estepas graminosas, formadas por coirón blanco (*Festuca pallescens*), coirón dulce (*F. gracillima*) y otros pastos palatables para los herbívoros (Paruelo *et al.* 2005).

- **Montes de Llanuras y Mesetas**

La ecorregión del Monte de Llanuras y Mesetas se extiende al este de la Cordillera de los Andes, desde la provincia de Mendoza, a lo largo de Neuquén y La Pampa, hasta la costa del Océano Atlántico de Río Negro y del nordeste del Chubut (Figura 4.3; Burkart *et al.* 1999).

El relieve se caracteriza por una prevalencia de llanuras y extensas mesetas escalonadas (Cabrera 1976). Las mesetas se distribuyen discontinuamente, asociando algunos cerros-mesa, cuerpos rocosos, depresiones ocasionalmente formando lagunas o salinas, llanuras aluviales y terrazas de los ríos (Pol *et al.* 2005). El área de esta provincia es atravesada por tres ríos principales: Río Desaguadero/Salado, Río Colorado y Río Negro. Hacia el sur, luego de una amplia extensión sin cauces, el Río Chubut cierra el sistema hidrográfico de la región. Los suelos de esta ecorregión se caracterizan por ser pobres en materia orgánica con un horizonte superficial claro (Dirección de Bosques 2003).

El clima es templado-árido, con escasas precipitaciones. Las mismas muestran un marcado gradiente oeste-este y varían entre los 300 mm y alrededor de 80 mm, aunque pocos lugares superan los 200 mm anuales. Las lluvias están mayormente restringidas al verano, con una estación seca de hasta nueve meses de duración. Sin embargo, en el sur de la región, tienden a distribuirse más regularmente a lo largo del año. Las temperaturas medias anuales varían entre los 10 y 14°C, con marcadas amplitudes térmicas diarias y estacionales (Pol *et al.* 2005).

La vegetación dominante es la estepa arbustiva de jarilla con abundante suelo desnudo y presencia de cactáceas o cardones y bosques de algarrobos en algunas zonas. El jarillal comprende una asociación de arbustos como las jarillas (*Larrea cuneifolia*, *L. divaricata*, *L. nitida* y *L. ameghinoi*), el mata sebo (*Monttea aphylla*) y el montenegro (*Boungavillea spinosa*), acompañados de especies como la pichana (*Senna aphylla*), el alpataco (*Prosopis alpataco*), el retamo (*Bulnesia retama*), la leguminosa *Mimosa ephedroides*, y a veces con cardones (*Cereus* sp. y *Trichocereus* sp.). En las zonas más esteparias, las jarillas juegan un rol secundario, pasando a primer plano Zigofiláceas de follaje estacional como la *Bulnesia schickendantzii* y la rojadilla (*Plectrocarpa tetraantha*), o arbustos caducifolios como el alpataco (*Prosopis alpataco*). En las zonas de mayor humedad, como márgenes de ríos y sitios donde la napa freática se encuentra cercana a la superficie, crecen los algarrobales (*Prosopis alba*, *P. nigra*, *P. flexuosa*, *P. chilensis*), sauces criollos (*Salix humboldtiana*), tala (*Celtis tala*) y chañar (*Geoffroea decorticans*) (Dirección de Bosques 2003).

- ***Espinal***

La ecorregión del Espinal se extiende entre los 28° y los 40° de Latitud Sur, involucrando parte de las provincias de Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba, San Luis, La Pampa y Buenos Aires (Figura 4.3). Esta ecorregión se divide en tres subregiones: Espinal del Ñandubay, en el sector mesopotámico, de clima húmedo; el de los Algarrobos, el sector central, subhúmedo; y el del Caldén, sector semiárido, de transición entre la Pampa y el Monte (Dirección de Bosques 2003). Esta última subregión (Menéndez y La Rocca 2006), es la que fue incluida en el marco de esta tesis y por lo cual se describirá en detalle.

El Distrito del Caldén presenta como relieve característico una llanura bien drenada, con suaves pendientes producida por deflación (acción eólica) y antigua acción fluvial. En muchos sectores hay presencia de material muy suelto, formando sistemas medanosos importantes (Menéndez y La Rocca 2006). La hidrografía de la región está representada por algunas cuencas delimitadas, pero la mayor parte de la superficie no exhibe un drenaje bien definido. La mayoría de los ríos, arroyos y lagunas presentan su caudal máximo en el verano y principios de otoño, en concordancia con el régimen de precipitaciones. Hacia el sureste los cuerpos de agua son más salobres y profundos, con costas más altas y a menudo originan salinas. En las mesetas cerca de la zona de médanos pueden aparecer pequeñas lagunas de agua dulce, alimentadas por manantiales (Menéndez y La Rocca 2006). En general, los suelos son arenosos, de mediana a pobremente desarrollados, con texturas gruesas y pobres en materia orgánica. Particularmente en el Distrito del Caldén, poseen baja capacidad de retención de agua y un contenido en materia orgánica bajo a mediano (1,5-3%) (Dirección de Bosques 2003).

La región del Caldén presenta un clima templado y semiárido. La temperatura media anual es de 16° C, con una máxima promedio de 24° C y una temperatura media mínima de 8° C. La época de heladas se extiende de abril a noviembre. El Distrito del Caldén se ubica entre las isohietas de 300 mm/año al Oeste y de 600 mm/año al Este. Las precipitaciones ocurren principalmente en otoño y primavera, con un invierno seco y un verano relativamente seco. Asimismo, la variabilidad interanual de lluvias es muy grande. Los vientos predominantes son del noreste y suroeste, y están determinados principalmente por los centros de presión del

Anticiclón Subtropical del Atlántico y el Anticiclón del Pacífico Sur. Los primeros son cálidos y húmedos, y pierden temperatura y humedad a medida que se desplazan hacia el oeste, mientras que los determinados por el Anticiclón del Pacífico (pampero) de dirección S-SO son fríos y secos (Menéndez y La Rocca 2006).

La vegetación está caracterizada por el género *Prosopis*, con bosques de ñandubay (*P. affinis*), algarrobos (*P. alba*) y molle (*Schinus molle*), con otras especies, como las palmeras yatay (*Butia yatay*) y carandilla (*Trithrinax schizophylla*), en el noroeste; el algarrobo blanco y el negro (*P. alba* y *P. nigra*), acompañados por chañar (*Geoffroea decorticans*) y tala (*Celtis tala*), en el centro de la provincia; y hacia el oeste y sur, los bosques de monoespecíficos de caldén (*P. caldenia*, especie restringida a la provincia del Espinal), a menudo con chañar (*G. decorticans*) y sombra de toro (*Jodina rhombifolia*). Alternan con los bosques, estepas gramíneas de flechillas (*Stipa* sp.) y de junquillo (*Sporobolus rigens*), matorrales arbustivos de palo azul (*Cycloleptis genistoides*) y de jume (*Heterostachys* sp.) (Dirección de Bosques 2003).



Fischer 1854

Materiales
y Métodos

5. Materiales y métodos

En este capítulo se describen los ambientes muestreados y las metodologías aplicadas para la extracción, recolección y procesamiento de ostrácodos actuales y holocénicos.

5.1 Ostrácodos actuales

Relevamiento faunístico

Trabajo de campo

Las muestras de ostrácodos actuales se recolectaron en 40 ambientes, localizados a lo largo de un gradiente Oeste – Este de 670 km de longitud (39°00' a 41°38' S; 63°46' a 71°27' O) que comprende casi la totalidad de la provincia de Río Negro, el sur de Neuquén y el sudeste de la Pampa. Los sitios se situaron en cinco provincias geológicas: Cordillera Patagónica Septentrional, segmento Norte; Engolfamiento Neuquino; Patagónides, en el sector de la Precordillera Patagónica; Macizo de Somón Curá; y Llanura Chacabonaerense, en la zona de la cuenca del Colorado. Por otro lado, se ubicaron dentro de las cuatro ecorregiones representadas en Patagonia, descritas previamente en el capítulo Área de Estudio: Bosques Patagónicos, Estepa Patagónica, Monte de llanuras y mesetas y Espinal (Figura 5.1).

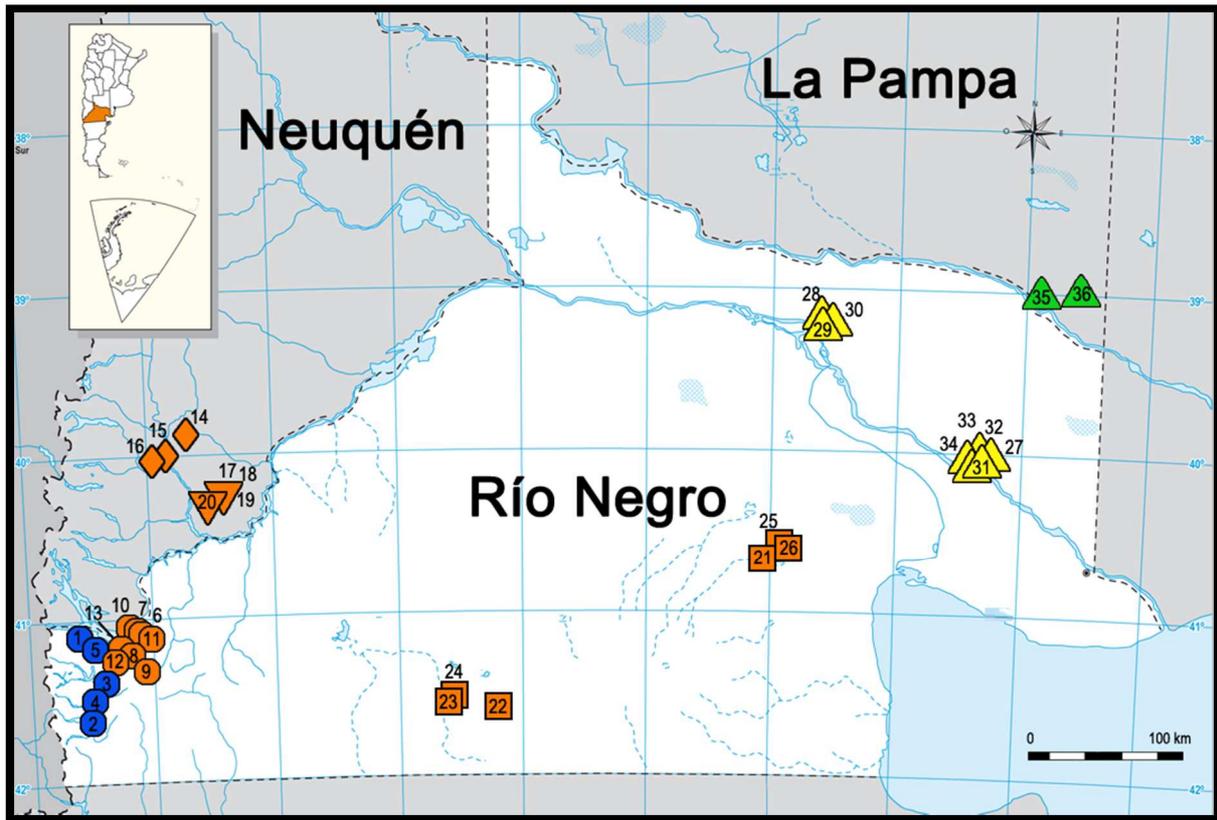


Figura 5.1 – Localización de los ambientes de toma de muestras de ostrácodos actuales. La forma indica la provincia geológica (círculo: Cordillera Patagónica Septentrional; rombo: Engolfamiento Neuquino; triángulo invertido: Precordillera Patagónica; cuadrado: Macizo de Somún Curá; triángulo: Cuenca del Colorado) y el color la ecorregión (azul: Bosques Patagónicos; naranja: Estepa Patagónica; amarillo: Montes de Llanuras y Mesetas; verde: Espinal) donde se ubica cada sitio muestreado.

A fin de abarcar un gradiente heterogéneo, se seleccionaron ambientes de diferente permanencia y nivel de energía, *i.e.* lagunas permanentes, semi-permanentes, temporarias, mallines, chorrillos, canales y arroyos. Asimismo, los sitios muestreados presentan importantes diferencias en cuanto al porcentaje de cobertura de vegetación (Figura 5.2). En el Anexo 1 se presentan fotografías de todos los ambientes muestreados.

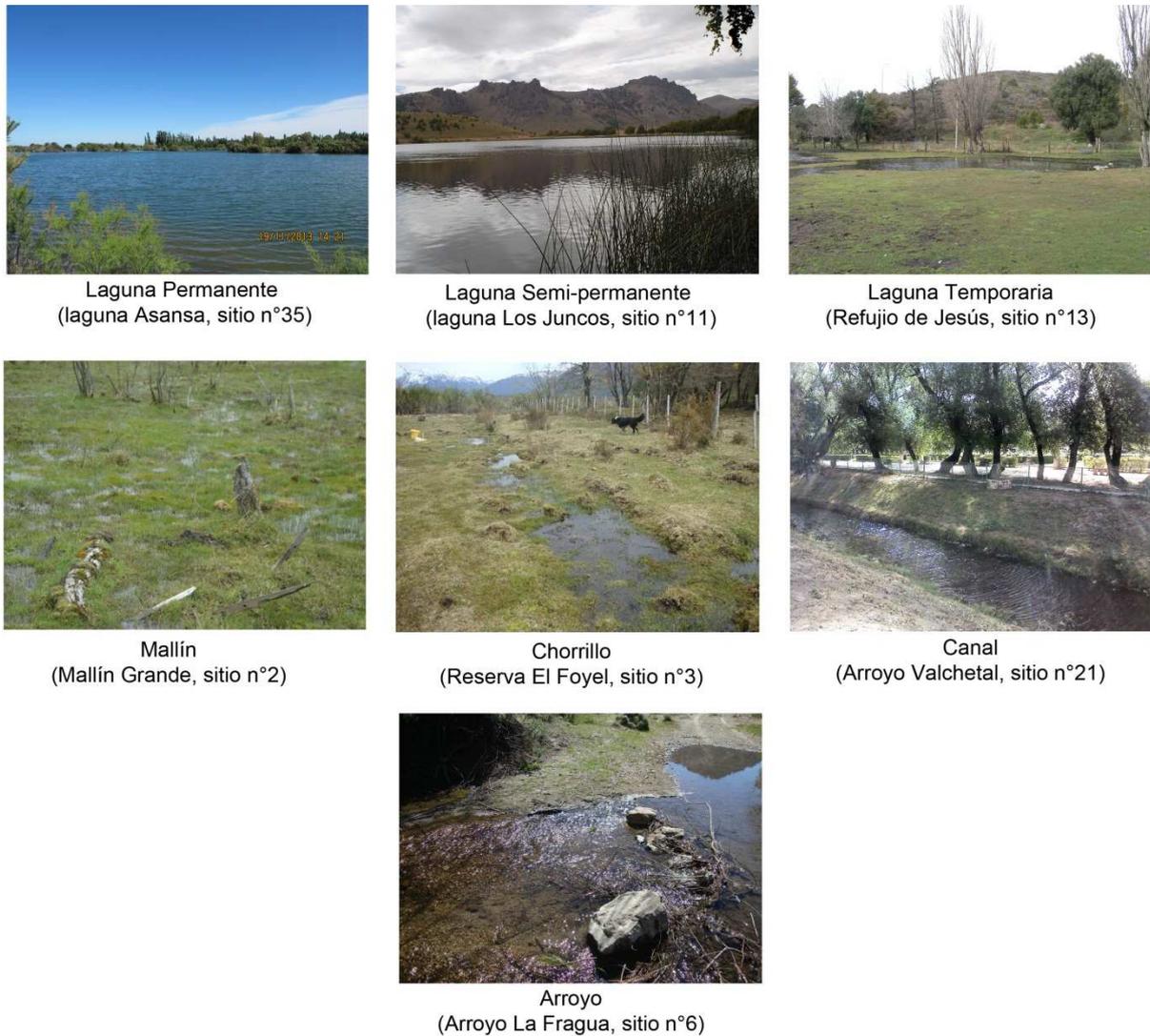


Figura 5.2 – Clasificación de los distintos tipos de ambientes muestreados, entre paréntesis se menciona un ejemplo de cada tipo de sitio.

De los 40 sitios muestreados, 4 resultaron estériles. Las características de los ambientes con presencia de ostrácodos se presentan en la tabla 5.1.

Sitio	Cód.	PG	ER	Latitud	Longitud	Atitud (m. s.n.m.)	Tipo de ambiente	Prof. (m)	Veg. %
Fantasma	1	CPS	BP	41°05'33" S	71°27'00" O	828	Temporaria	1,40	75
Mallín Grande	2	CPS	BP	41°38'45" S	71°27'32" O	774	Mallín	0,10	100
Reserva El Foyel	3	CPS	BP	41°19'18" S	71°21'17" O	824	Chorrillo	0,10	100
Steffen	4	CPS	BP	41°31'13" S	71°27'23" O	943	Temporaria	0,10	25
Teleférico	5	CPS	BP	41°07'40" S	71°22'46" O	816	Semi-perm.	0,76	100
Arroyo La Fragua	6	CPS	EP	41°03'28" S	70°59'46" O	908	Arroyo	0,12	10
Charco Los Juncos	7	CPS	EP	41°03'39" S	71°04'03" O	1045	Chorrillo	0,18	5
El Cóndor 1	8	CPS	EP	41°15'13" S	71°01'27" O	1161	Chorrillo	0,45	60
El Cóndor 2	9	CPS	EP	41°11'20" S	71°06'41" O	839	Chorrillo	0,30	60
Fortín Chacabuco	10	CPS	EP	41°00'56" S	71°08'43" O	778	Mallín	0,12	100
Los Juncos	11	CPS	EP	41°03'32" S	71°00'31" O	909	Semi-perm.	0,80	60
Ñireco	12	CPS	EP	41°10'52" S	71°19'13" O	906	Temporaria	0,78	3
Refugio de Jesús	13	CPS	EP	41°07'10" S	71°13'09" O	829	Temporaria	0,75	80
Arroyo Salitral	14	EN	EP	39°52'32" S	70°36'38" O	1159	Chorrillo	0,10	40
Ea Rinconada Mallín 1	15	EN	EP	39°58'47" S	70°47'29" O	699	Mallín	0,10	90
Rinconada 15	16	EN	EP	39°59'55" S	70°50'14" O	657	Temporaria	0,70	70
Chorrillo Carrilauquén 1	17	PP	EP	40°13,61' S	70°21,40' O	892	Chorrillo	0,15	20
Chorrillo Carrilauquén 2	18	PP	EP	40°13,62' S	70°21,43' O	893	Chorrillo	0,08	25
Chorrillo Carrilauquén 3	19	PP	EP	40°13,64' S	70°21,41' O	894	Chorrillo	0,10	10
El Toro	20	PP	EP	40°19'14" S	70°25'13" O	1021	Semi-perm.	2,00	2
Arroyo Valcheta Plaza	21	MSC	EP	40°40'35" S	66°09'56" O	179	Canal	1,00	100
Charco Virgen Guadalupe	22	MSC	EP	41°38'24" S	68°17'12" O	1042	Chorrillo	0,25	60
La Vertiente	23	MSC	EP	41°30'24" S	68°36'38" O	930	Permanente	> 2,00	50
Ñeluan	24	MSC	EP	41°30'04" S	68°37'30" O	912	Permanente	6,00	5
Punta de Agua Chica	25	MSC	EP	40°34'49" S	66°03'47" O	123	Permanente	1,2	60
Punta de Agua Grande	26	MSC	EP	40°35'09" S	66°03'29" O	116	Permanente	1,5	50
Acequia Ea. La Fuegoína	27	CC	MLLyM	40°05,58' S	64°28,35" O	66	Canal	0,34	40
Bañado Choele-Choel	28	CC	MLLyM	39°17,59' S	65°40,90' O	134	Temporaria	0,33	90
Charca Ea. La Esmeralda	29	CC	MLLyM	39°16,42' S	65°43,73' O	126	Temporaria	0,50	80
Laguna Club Pesca	30	CC	MLLyM	39°18,73' S	65°40,29' O	121	Permanente	4,00	50
Laguna San Juan, 1	31	CC	MLLyM	40°04,14' S	64°33,79' O	59	Permanente	0,40	50
Laguna San Juan, 2	32	CC	MLLyM	40°04,14' S	64°33,79' O	59	Permanente	0,30	50
Laguna Ruta 250	33	CC	MLLyM	40°05,32' S	64°34,40' O	61	Temporaria	0,18	70
Laguna La Araña	34	CC	MLLyM	40°05,84' S	64°31,16' O	61	Temporaria	0,25	70
Laguna Asansa	35	CC	E	39°00,25' S	64°06,41' O	77	Permanente	2,50	40
Vertiente Anzoategui	36	CC	E	39°00,24' S	63°46,52' O	5	Chorrillo	0,10	30

Tabla 5.1 - Ambientes muestreados, indicando códigos, coordenadas de localización, tipo de ambiente, profundidad y cobertura de vegetación (en porcentaje). Referencias: PG: provincia geológica, CPS: Cordillera Patagónica Septentrional, EN: Engolfamiento Neuquino, PP: Precordillera Patagónica, MSC: Macizo de Somún Curá, CC: Cuencua del Colorado, ER: ecorregión, BP: Bosques Patagónicos, EP: Estepa Patagónica, MLLyM: Montes de Llanuras y Mesetas, E: Espinal, Temporaria: laguna temporaria, Semi-perm.: laguna semi-permanente, Permanente: laguna permanente.

Las muestras de ostrácodos se tomaron mediante una red de mano (D frame) de 220 µm de abertura de malla a lo largo de la interfase agua-sedimento, en una transecta de 4 a 6 metros de longitud dependiendo del ambiente (Schaffer *et al.* 1994). Las muestras se fijaron inmediatamente con etanol al 50% y una vez en el laboratorio, fueron transferidas a una concentración de etanol al 70% para su almacenamiento definitivo.

En cada ambiente se registró el área, la profundidad máxima, el pH (Hanna Instruments 8424), la concentración de oxígeno disuelto (OD, mg.L⁻¹, Hanna Instruments 9142), la temperatura (T, °C) y la conductividad (C, µS.cm⁻¹, ORION 115). Se estimó el porcentaje de cobertura vegetal y la abundancia de aves al momento del muestreo. Asimismo, se tomaron muestras de agua en bidones de 5 L., previamente lavados con ácido clorhídrico al 10% y enjuagados con agua destilada, los cuales fueron trasladados inmediatamente al laboratorio para realizar los análisis.

Análisis de laboratorio

Las concentraciones de los principales iones (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, Cl⁻ y SO₄²⁻) se obtuvieron mediante espectrometría de absorción atómica (Perkin Elmer Analyst 100) en el laboratorio de Aguas del Centro Regional Universitario Bariloche (Universidad Nacional del Comahue).

El contenido de materia orgánica presente en los sedimentos se estimó utilizando el método de pérdida por ignición (loss on ignition – LOI; 4 horas a 550 °C) (Hieri *et al.* 2010) en el laboratorio de Suelos del Centro Regional Universitario Bariloche (Universidad Nacional del Comahue).

Análisis de ostrácodos

Los ostrácodos obtenidos se clasificaron, contaron y midieron bajo microscopio estereoscópico (Olympus SZ30, SZ61 y Nikon SMZ-645) o microscopio directo (Olympus BX50). La identificación se llevó a cabo sobre ejemplares adultos, y se basó tanto en el estudio de las características de las valvas y de los caparazones, así como en la morfología de los apéndices. Los individuos fueron

diseccionados y los apéndices fueron montados en preparados semipermanentes con glicerina o Hydromatrix®. Las valvas de los ostrácodos fueron separadas de los preparados, lavadas en agua destilada y montadas para ser fotografiadas en el microscopio electrónico de barrido (Phillips SEM 515 en el Centro Atómico Bariloche). Se definieron las especies y los estadios de desarrollo en base a la talla de los individuos y a las distintas modificaciones quetotáxicas. La determinación taxonómica se realizó al menor nivel taxonómico posible, siguiendo principalmente a Cusminsky y Whatley (1996), Meisch (2000), Cusminsky *et al.* (2005) y Karanovic (2012). Asimismo, se utilizó bibliografía específica de cada género y especie determinada.

La abundancia de ostrácodos se expresó como número de individuos por litro. Los individuos más representativos de cada especie, luego de ser fotografiados, fueron depositados en el repositorio del Laboratorio de Microorganismos Cálcareos Recientes y Fósiles en el Centro Regional Universitario Bariloche (Universidad Nacional del Comahue), bajo las siglas UNC-PMIC.

Análisis de datos

Una vez determinadas los ensambles de especies y las variables físico-químicas de cada sitio, se realizaron análisis de varianza (ANOVA, Sigma Plot 10.0, Sigma Stat 3.5) y de ordenamiento multivariado (CANOCO 5, ter Braak y Prentice 1988). Dichos análisis se realizaron utilizando las variables sin transformar, a excepción de la conductividad, la concentración de potasio, de magnesio y de cloro, dado que por la amplia variación que presentaron en el set de datos fue necesaria su transformación por el logaritmo en base 10.

Las ecorregiones se caracterizan por presentar una relativa homogeneidad en cuanto a sus características ecológicas, climáticas, geomorfológicas e hidrológicas, por lo cual en primer lugar se decidió comparar entre ellas los distintos parámetros físico-químicos registrados mediante un análisis de varianza (ANOVA).

A fin de caracterizar individualmente cada ambiente muestreado se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), en base a los datos físico-químicos. A continuación se aplicó un Análisis Canónico de Correspondencia Destendenciado (ACCD) para analizar si la respuesta de los ostrácodos frente a las variables

ambientales fue lineal o unimodal. El largo del eje 1 del ACCD representa la longitud del gradiente biológico, que es una medida de la diversidad a lo largo de cada eje de ordenación. Si el largo del mismo es <2 , se deben usar modelos lineales y si es mayor se utilizan modelos unimodales. Las técnicas basadas en modelos de respuesta lineal son adecuados para sets de información homogéneos, mientras que las técnicas de promedio ponderado utilizadas en modelos unimodales son apropiados para datos más heterogéneos (Lepš y Šmilauer 2003). La significancia estadística de las ordenaciones se calculó mediante un ANOVA en base a 199 permutaciones ($p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$).

En base a los datos recolectados en esta tesis, el ACCD estableció una longitud del gradiente >2 desviaciones estandar, permitiendo la realización de un Análisis Canónico de Correspondencia (ACC) para relacionar las variables ambientales (variables explicativas) con la distribución y abundancia de las distintas especies de ostrácodos (variables respuesta). Las variables mutuamente correlacionadas no fueron consideradas en la realización del ACC. Por otro lado, mediante el método de boxplots, se evaluó la presencia de *outliers* en el set de datos.

Los ambientes localizados geográficamente cerca podrían ser potencialmente más similares que aquellos ubicados a mayores distancias, más allá de sus características físico-químicas propias. Por consiguiente, si las características de los sistemas acuáticos son las variables que explican la distribución espacial de los distintos taxa de ostrácodos, no debería encontrarse ninguna evidencia de autocorrelación espacial entre los residuales del modelo (ACC) (Diniz-Filho *et al.* 2003). A fin de evaluar esta posibilidad, se calculó el promedio de los residuales para todas las asociaciones de especies por ambiente estimadas a partir del modelo y se correlacionaron dos matrices de distancia; por un lado, una matriz con las distancias geográficas y por el otro, una matriz con la diferencia absoluta entre los residuales para cada par de ambientes. Posteriormente se estimó el coeficiente de correlación de Mantel y una estimación de su significancia en base a 10.000 permutaciones aleatorias de una de las matrices (Legendre y Fortin 1989).

El largo de gradiente establecido por el ACCD (>2 DS) también permitió la aplicación de modelos unimodales: Weighted Averaging (WA) y Weighted Averaging Partial Least Squares (WA-PLS), para la realización de la función de transferencia. Este análisis provee varios estadísticos de regresión, incluyendo el

coeficiente de determinación (r^2), el RMSEP (root mean square error of prediction) y un valor de desviación máxima (maximum bias). El r^2 representa la proporción de la varianza explicada por el modelo de regresión y constituye un buen estimador del error aproximado de predicción cuando el modelo se aplica al registro fósil. El RMSEP se basa en la diferencia entre los valores de la variable de interés observados e inferidos y se calcula eliminando las muestras del set de calibración una a una y prediciendo el valor para la variable a reconstruir en base al resto de las muestras. Este procedimiento es también conocido como “jack-knifing” (ter Braak y Juggins 1993). La desviación máxima, por otro lado, es calculada como la diferencia entre las medias de los valores de la variable en estudio observados e inferidos (Birks 1998). Mediante la comparación de los valores de estos estadísticos dados por los distintos modelos, es posible decidir cual de ellos se ajusta mejor a los datos y proveerá inferencias más ajustadas al ser aplicado al registro fósil.

Los datos se analizaron con el software apropiado para cada caso: Microsoft Office Excel 2007, CANOCO 5, Sigma Plot 10.0, Sigma Stat 3.5, R-RStudio y C2 versión 1.4.3. Los análisis involucrados en la función de transferencia se realizaron bajo el asesoramiento de la Dra. Gabriela Hassan.

Estructura de tallas y ciclo de vida de Cypris pubera y Eucypris virens

Caracterización de los ambientes

Con el objetivo de estudiar la variabilidad intraespecífica en la estructura de tallas, ciclo de vida y dinámica poblacional de la clase Ostracoda se re-analizaron muestras obtenidas por la Lic. Coviaga durante los años 2009-2010 (Coviaga 2011). Para este fin se seleccionaron dos especies cosmopolitas, *C. pubera* y *E. virens*, ya que todos sus estadios se encontraban representados en las muestras. Además, dado su carácter de cosmopolitas, se cuenta con abundante bibliografía con la cual se podrán interpretar y comparar los resultados obtenidos.

Las poblaciones analizadas provienen de tres cuerpos de agua localizados en el radio urbano de la ciudad de San Carlos de Bariloche: Teleférico, Ñireco y Refugio de Jesús (Figura 5.2). La cercanía de estos sitios permitió que fueran muestreados semanalmente, haciendo de este modo posible un seguimiento detallado de la dinámica poblacional. Las principales características de dichos ambientes se resumen en la Tablas 5.1 y 5.2. Dichos cuerpos de agua presentaron aguas levemente alcalinas y mostraron las mayores diferencias respecto a la profundidad, concentración de oxígeno disuelto y conductividad. Refugio de Jesús mostró un régimen hídrico estacional, llenándose durante el invierno (con la estación de lluvias) y secándose completamente en el verano. Este sitio, de aguas ricas en calcio y potasio, registró la mayor conductividad y la menor concentración de oxígeno disuelto. Ñireco fue un ambiente de profundidad variable, con aguas de baja conductividad y concentración iónica. Por otro lado, Teleférico se caracterizó por una profundidad relativamente constante con aguas bien oxigenadas.

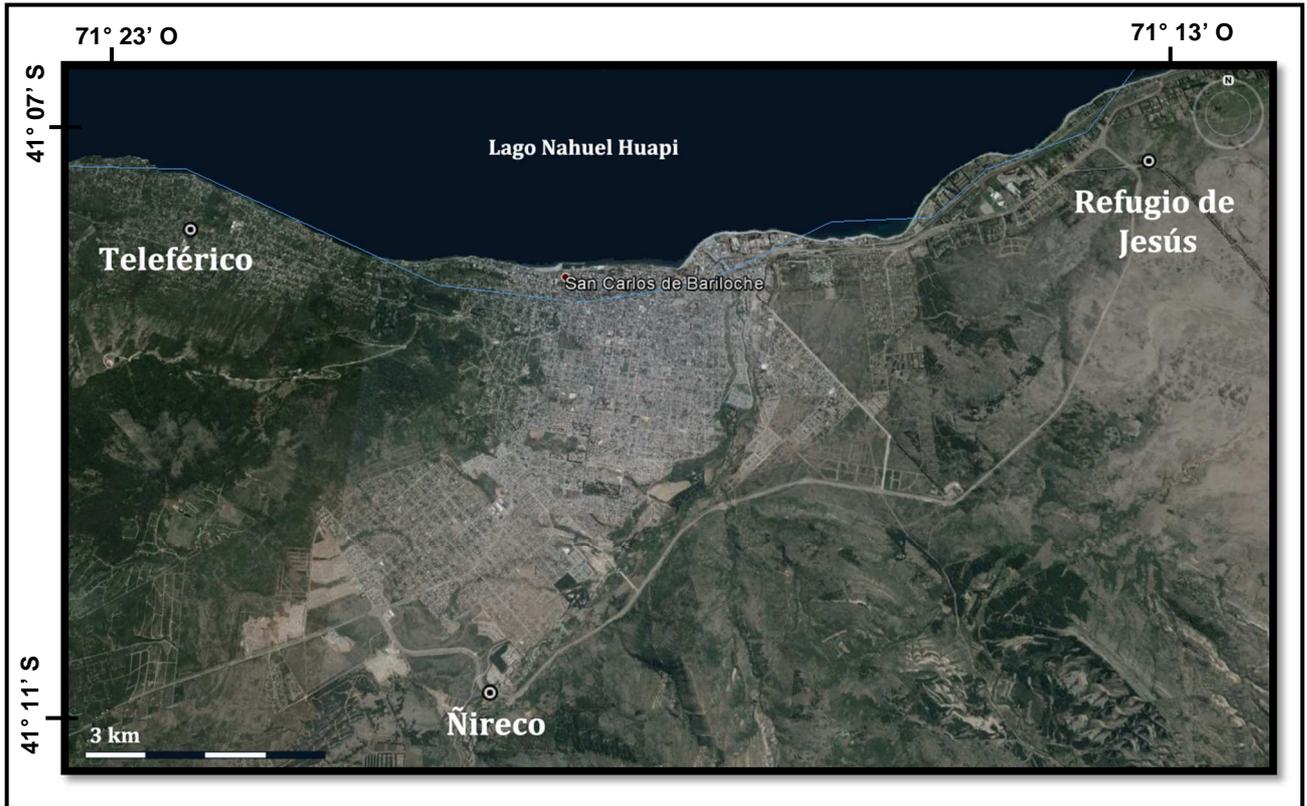


Figura 5.2 – Localización de los ambientes Teleférico, Ñireco y Refugio de Jesús (Modificado de Google Earth).

Variables	Refugio de Jesús	Ñireco	Teleférico
Profundidad (m)	0,8 ± 0,1 (0,0 – 1,1)	0,6 ± 0,2 (0,0 – 1,0)	0,7 ± 0,0 (0,63-0,73)
Temperatura (°C)	13,2 ± 4,6 (5,6 - 20,6)	10,4 ± 4,8 (2,3 - 20,3)	12,3 ± 3,5 (8,6 - 19,6)
Concentración de oxígeno disuelto (mg L ⁻¹)	8,4 ± 1,9 (4,7 - 12,3)	9,5 ± 0,8 (8,4 - 10,8)	11,9 ± 2,0 (8,6 - 15,4)
Conductividad (µS cm ⁻¹)	377,9 ± 59,8 (280 - 506)	78,7 ± 9,6 (53,5 - 91,1)	200,4 ± 18,2 (152,3 - 222)
Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	32,3 ± 8,2 (19,9 - 38,6)	7,0 ± 1,4 (5,2 - 8,5)	19,6 ± 3,6 (16,4 - 24,3)
Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	6,4 ± 0,9 (5,3 - 7,7)	2,17 ± 0,6 (1,4 - 2,8)	5,7 ± 2,2 (2,7 - 7,7)
K ⁺ (mg L ⁻¹)	14,0 ± 6,5 (4,0 - 20,5)	0,5 ± 0,2 (0,3 - 0,6)	0,6 ± 0,2 (0,4 - 1,6)
Na ⁺ (mg L ⁻¹)	3,9 ± 1,0 (2,4 - 4,9)	2,6 ± 0,7 (1,7 - 3,5)	5,2 ± 1,2 (3,5 - 5,9)
pH	7,8 ± 0,3 (7,3 - 8,3)	7,8 ± 0,3 (7,4 - 8,6)	7,6 ± 0,5 (7,05 - 8,9)

Tabla 5.2 – Valores medios y desviación estándar de los parámetros físico-químicos registrados a lo largo del hidroperiodo. Los valores mínimos y máximos se presentan entre paréntesis.

Extracción y procesamiento de ostrácodos

Los distintos estadios de desarrollo se establecieron acorde al tamaño de las valvas y a las modificaciones quetotáxicas, siguiendo a Meisch (2000) y Smith y Martens (2000). Los estadios A-7, A-6 y A-5 fueron agrupados en base a la ausencia de toracópodos (Ferguson 1944).

Análisis poblacional y estudio del ciclo de vida

Se estableció la densidad total de ostrácodos y la frecuencia de cada estadio de desarrollo a lo largo del hidroperiodo para cada ambiente.

Se calculó el índice ontogenético medio (índice de MOS), con el objetivo de describir diferencias en el avance del desarrollo ontogenético en cada población (Majoran *et al.* 2000). El índice se calculó de la siguiente manera:

$$\text{MOS} = 1 * N_A + 2 * N_{A-1} + 3 * N_{A-2} + \dots / N_{\text{TOTAL}}$$

Donde N representa la abundancia de ostrácodos en cada estadio y N_{TOTAL} es el número total de individuos. De modo que altos valores para este índice indican una población joven, mientras que valores cercanos a 1 reflejan una dominancia por parte de los adultos (Majoran *et al.* 2000).

La duración del ciclo de vida se estimó a partir de los picos de abundancia de los diferentes estadios (Ikeda y Imamura 1992).

5.2 Secuencias holocénicas

Las secuencias holocénicas analizadas fueron tomadas de las lagunas Cari-Laufquen Grande (provincia de Río Negro) y El Toro (provincia de Neuquén) (Figura 5.3).



Figura 5.3 – Localización de las lagunas Cari-Laufquén y El Toro, ambos sitios están indicados en azul.

Testigo “Cari-Laufquen” (CLG 99-5b)

Laguna Cari-Laufquen Grande

El sistema Cari-Laufquen ($41^{\circ} 08' S$, $69^{\circ} 28' O$), también conocida como Carri-Laufquen, se encuentra a aproximadamente 150 km hacia el este de la ciudad de San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina (Figuras 5.3 y 5.4).

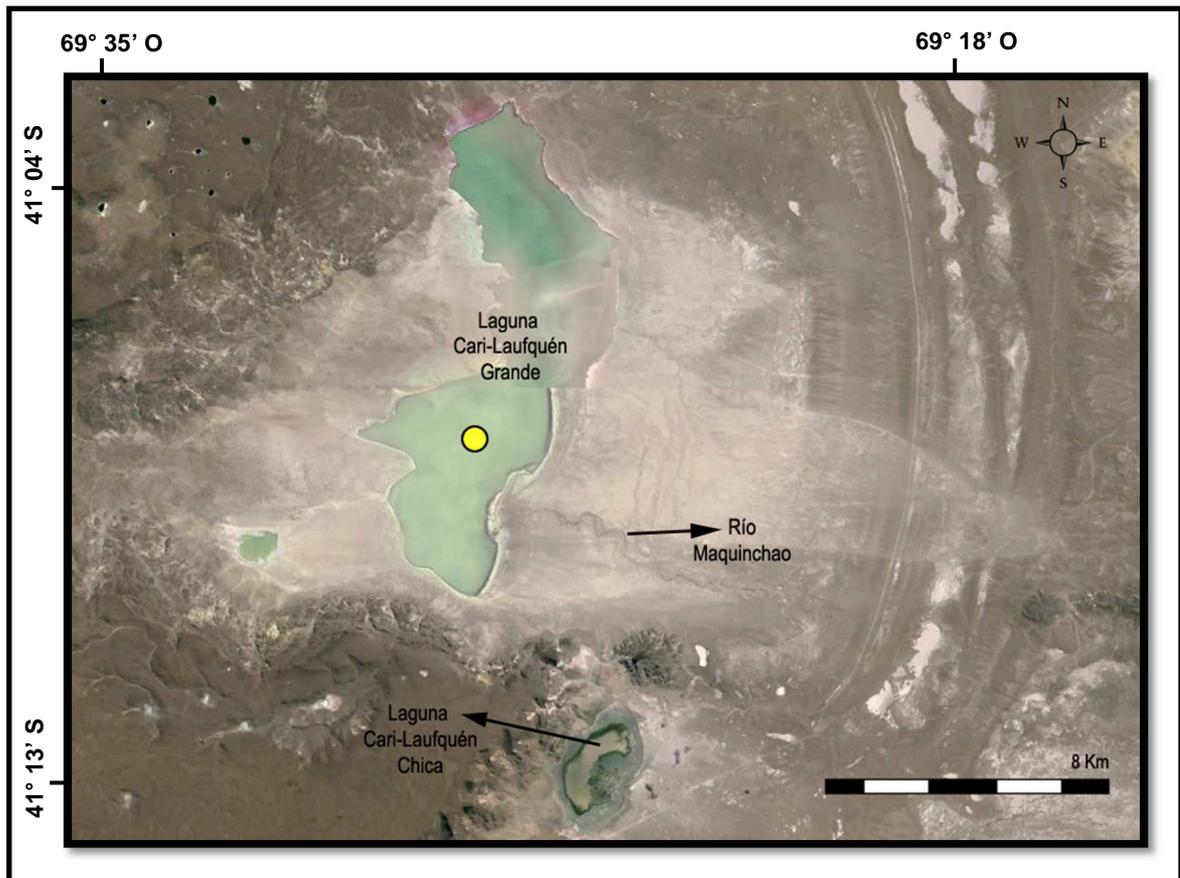


Figura 5.4 – Lagunas Cari-Laufquén, en amarillo se indica el sitio de extracción del testigo (Modificado de Google Earth).

Esta cuenca se sitúa en el sector occidental de la placa Sudamericana, dentro de la provincia geológica Macizo de Somún Curá (Ramos 1999); en una depresión tectónica circundada por mesetas basálticas de edad mesozoica y terciaria (Ariztegui *et al.* 2008). Actualmente, este sistema está compuesto por dos cuerpos

de agua conectados por el río Maquinchao, las lagunas Cari-Laufquen Chica y Cari-Laufquen Grande, sin embargo paleoestudios realizados en la región coinciden en que el sistema atravesó por una fase de mayor desarrollo durante el Pleistoceno tardío, donde ambas lagunas estuvieron conectadas y formaron un paleolago de mayores dimensiones. Galloway *et al.* (1988) identificaron paleocostas a 25-30m (19 ka AP), 15-20 m (16 ka AP) y 8 m (8 ka AP) por encima del nivel actual; señalando la existencia de un ambiente más profundo con mayores condiciones de salinidad y alcalinidad. Del mismo modo, Bradbury *et al.* (2001) sugirieron que el mayor desarrollo del lago ocurrió entre los 18 y 13 ka AP, alcanzando líneas de costas a 60 m sobre el nivel actual; posteriormente registró un segundo incremento en la profundidad (+35m) alrededor de los 10 ka AP. Estudios sobre depósitos de estos intervalos, sugieren que durante estos periodos el sistema lacustre era turbio y salino, con baja productividad (Bradbury *et al.* 2001). Las etapas de mayor desarrollo de la laguna podrían estar vinculados a las fases pluviales sugeridas por Tatur y colaboradores en el área de la cuenca Maquinchao, durante los intervalos 17-15,2 ka y 13,2-11,8 ka (Tatur *et al.* 2002). Cartwright *et al.* (2011) registraron evidencias de un lago profundo desde los 28 ka a 19 ka, con la fase más profunda desde 27 ka a 22 ka; probablemente asociados a condiciones más frías y húmedas ocurridas durante el Último Máximo Glaciar (LGM). Estudios realizados con ostrácodos fósiles coinciden con estos resultados, dado que han detectado un período de mayor profundidad durante el Pleistoceno tardío, con un nivel lacustre alto entre los 21 y 16 ka AP (Pineda *et al.* 2010). Hacia el Holoceno temprano se observaron cambios en la asociación de especies de ostrácodos, sugiriendo un descenso del nivel del lago, consecuencia de una disminución en las precipitaciones y condiciones más secas en el área durante el período comprendido entre los 9500 y 6500 años AP (Whatley y Cusminsky 1999, Cusminsky *et al.* 2011).

Cari-Laufquen se sitúa en la ecorregión de la Estepa Patagónica (Burkart *et al.* 1999). El clima se caracteriza por una temperatura media anual de 13°C y una precipitación de 200 mm al año, concentradas mayormente durante el invierno austral (desde mayo a agosto; Ariztegui *et al.* 2008). El área presenta un relieve de mesetas y terrazas planas, cubiertas por arbustos bajos y gramíneas (Cabrera 1976). Entre la flora más característica se observan especies como el neneo (*Poa*

ligularis), la hierba negra (*Mulinum spinosum*), el mamuel choique (*Adesmia campestris*) y coirones (*Stipa speciosa*, *S. chrysophylla* y *S. humilis*) (Paz Barreto 1993).

En la actualidad la cuenca endorreica Cari-Laufquen posee un área de drenaje de 16500 km². La laguna Cari-Laufquén Chica (820 m s.n.m.), de carácter permanente, posee un área aproximada de 5 km², con una profundidad máxima de 5 m. Esta laguna registra un pH de 8,5, con concentraciones de 190,4 µg L⁻¹ de fósforo total; 588,5 µg L⁻¹ de nitrógeno total y 10,8 µg L⁻¹ de clorofila *a*. Presenta una conductividad de 440 µS cm⁻¹, con la siguiente concentración iónica: Na: 249,5 mg L⁻¹; K: 11,0 mg L⁻¹; Ca: 34,6 mg L⁻¹; Mg: 34,4 mg L⁻¹; SO₄: 184,0 mg L⁻¹; HCO₃⁻: 36,1 mg L⁻¹ y SiO₂: 19,3 mg L⁻¹. Por su parte, la laguna Cari-Laufquen Grande (800 m s.n.m.), efímera y salobre, cubre una superficie de aproximadamente 20 km² y posee una profundidad máxima de 7 m. El pH registrado en este cuerpo de agua es de 8,8, con una concentración de solutos de 4000 ppm. Este ambiente presenta concentraciones de 195,0 µg L⁻¹ para fósforo total; 1520,9 µg L⁻¹ de nitrógeno total y 8,6 µg L⁻¹ de clorofila *a*. Por otro lado, registra una conductividad de 1751,5 µS cm⁻¹, con la siguiente concentración iónica: Na: 744,7 mg L⁻¹; K: 17,2 mg L⁻¹; Ca: 26,8 mg L⁻¹; Mg: 30,0 mg L⁻¹; SO₄: 528,0 mg L⁻¹; HCO₃⁻: 37,9 mg L⁻¹ y SiO₂: 72,4 mg L⁻¹ (Díaz *et al.* 2007).

En el año 1959, el sistema Cari-Laufquen fue denominado área de importancia para la conservación de la riqueza de especies y categorizada como parque público provincial (Parque Público Turístico Laguna Carri Laufquen, Ley N°82, Decreto N°1187), dadas las numerosas aves acuáticas que utilizan este sistema lacustre - de por sí escasos en la región - para la nidificación, alimentación y cría. Las principales especies que se encuentran en este ambiente son el cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), el flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*), el macá plateado (*Podiceps occipitalis*), la gallareta chica (*Fulica leucoptera*), el pato maicero (*Anas georgica*), el pato barcino (*Anas flavirostris*), el chorlo doble collar (*Charadrius falklandicus*), el biguá (*Phalacrocorax olivaceus*) y la garza bruja (*Nycticorax nycticorax*) (Casas, E. 1992.) En cuanto a la ictiofauna de la laguna, se destacan las madresitas de agua (*Jenynsia multidentata* y *Cnesterodon decemmaculatus*), el pejerrey bonaerense o blanco (*Odontesthes bonariensis*), el puyén (*Galaxias maculatus*), el pejerrey patagónico (*Odontesthes hetcheri*), algunas especies del

género *Percichthys* y la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) sembradas a fines de la década de 1970 por la Dirección de Pesca Continental. La comunidad zooplanctónica está compuesta por los rotíferos *Brachionus calcyflorus*, *B. caudatus*, *B. pterodinooides*, *B. quadridentatus*, *B. urcellaris*, *Filinia longiseta*, *Karetella tropica*, *Polyarthra vulgaris*, *Pompholix succulata*; los cladóceros *Bosmina longirostris* y *Ceriodaphnia dubia*; y los copépodos *Mesocyclops longisetus*, *Microcyclops anceps* y *Boeckella poopuensis* (Modenutti y Balseiro 1994, Reissig *et al.* 2006).

Extracción y procesamiento

En el marco del proyecto multidisciplinario PATO-PALATRA (The Patagonian Lake Drilling Project) durante el año 1999 se realizó un perfilaje sísmico de la Laguna Cari-Laufquen Grande. El perfil, de aproximadamente 100 km de longitud, se obtuvo mediante una ecosonda monohaz (ORE-GEOPULSE 3.5kHz) de 10-20 cm de resolución vertical sísmica (Ariztegui *et al.* 2001). En base a la información obtenida, se seleccionó el sitio de extracción del testigo Cari-Laufquen, denominado CLG99-5b, de 5 m de longitud que se obtuvo mediante la utilización de un sacatestigo Livingstone corto, accionado por vibraciones.

El testigo fue enviado al Laboratorio de Paleolimnología, en el Instituto Geológico de ETH Zürich (Instituto Federal de Tecnología de Zürich), Suiza; para la realización de los análisis petrofísicos, sedimentológicos y geoquímicos.

Descripción petrofísica, sedimentológica y geoquímica del testigo

Los análisis sedimentarios y geoquímicos fueron realizados por el Dr. Daniel Ariztegui, en el Instituto Geológico de ETH Zürich.

La litología del testigo presenta una alternancia de arcillas que varían en su coloración de gris clara, a gris oscuro y muy oscuro. Los sedimentos con los menores y mayores contenidos de agua (mínimo valor de 29% a los 290 cm y el máximo de 69% a los 15 cm) (Figura 5.5) coincidieron con las arcillas claras y oscuras, respectivamente. Del mismo modo, los sedimentos oscuros se caracterizan por los mayores contenidos de carbono orgánico total y carbonatos,

mientras que los intervalos de arcillas gris claro presentan bajos valores para estos parámetros (Figura 5.5).

La secuencia se caracteriza por poseer bajos valores de densidad y susceptibilidad magnética, párametros que presentaron un comportamiento opuesto al contenido de agua. La densidad permanece relativamente constante, con el mínimo y máximo valor a los 200 y 290 cm de profundidad respectivamente (Figura 5.5). La susceptibilidad magnética muestra un incremento constante desde la base de la secuencia hasta el nivel 290 cm, donde alcanzó su máximo valor. Posteriormente se observa una disminución de este parámetro, con altos valores a los 150 cm y 30 cm de profundidad (Figura 5.5).

CLG 99-5b

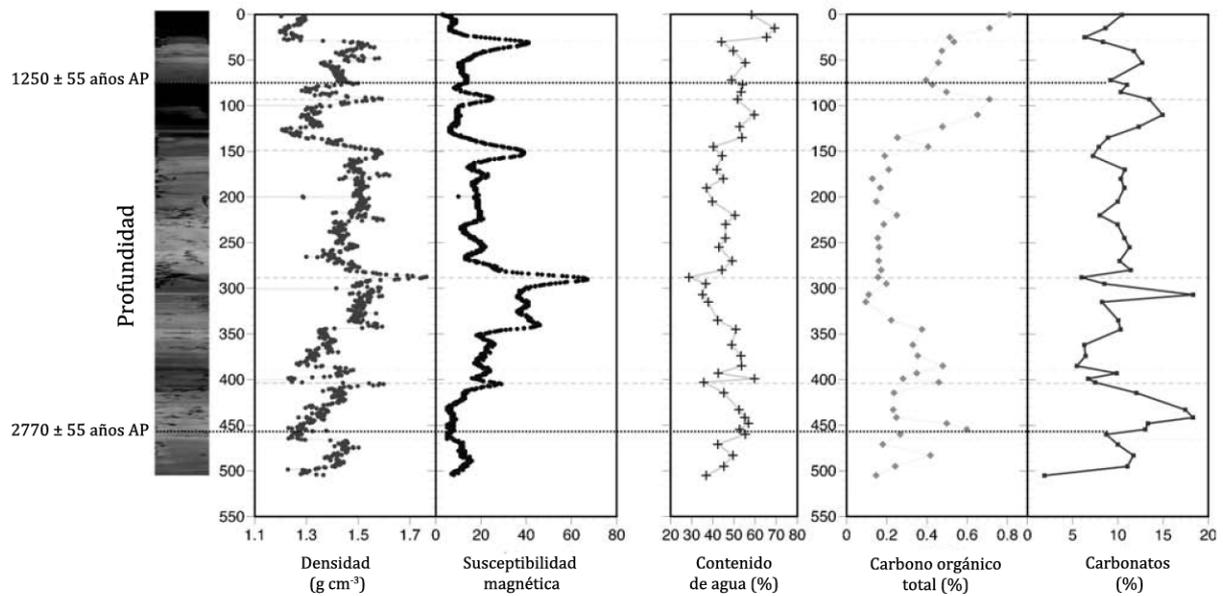


Figura 5.5- Información petrofísica, sedimentológica y geoquímica del testigo CLG 99-5b

(Modificado de Ariztegui *et al.* 2008)

Cronología

La cronología del testigo CLG 99-5b se determinó mediante dataciones radiocarbónicas por Espectrometría de Masas con Acelerador (AMS, por sus siglas en inglés) sobre muestras de sedimento. Los fechados fueron realizados por el

laboratorio ETH Laboratory of Ion Beam Physics (ETH Zürich; Instituto Federal de Tecnología de Zürich, Suiza) y calibrados utilizando la curva de calibración para el Hemisferio Sur SHCal13 (Hogg *et al.*, 2013). Las edades se expresan como años antes del presente (AP).

Las edades obtenidas fueron de cal. 2770 ± 55 AP en el nivel 450 cm; y de cal. 1250 ± 55 años AP a los 75 cm de profundidad (Ariztegui *et al.* 2008). Estos resultados indican una gran variación en las tasas de sedimentación a lo largo de la secuencia (Ariztegui *et al.* 2001).

Extracción y procesamiento de ostrácodos

Las muestras para el análisis de ostrácodos se tomaron cada 5 cm, siguiendo la versión modificada de Forester (1988). Se colocaron de 1 a 12 gramos de muestra de sedimento húmedo en botellas plásticas de boca ancha y se agitaron con 250 ml de agua desionizada a 90°C y 3 g de bicarbonato de sodio. Se dejaron asentar por varias horas, para promover la total dispersión. A continuación las muestras fueron congeladas, descongeladas y nuevamente dejadas descansar. El sedimento desagregado se lavó suavemente a mano por un tamiz de 63 μm de abertura de malla, se enjuagó con agua destilada y se dejó secar a temperatura ambiente.

Testigo “El Toro”

Laguna El Toro

El Toro ($40^{\circ} 19' S$; $70^{\circ} 25' O$; 590 m a.s.l.) es una laguna endorreica localizada a 50 km al sudoeste de la ciudad de Piedra del Águila, Neuquén, Argentina (Figuras 5.3 y 5.6).

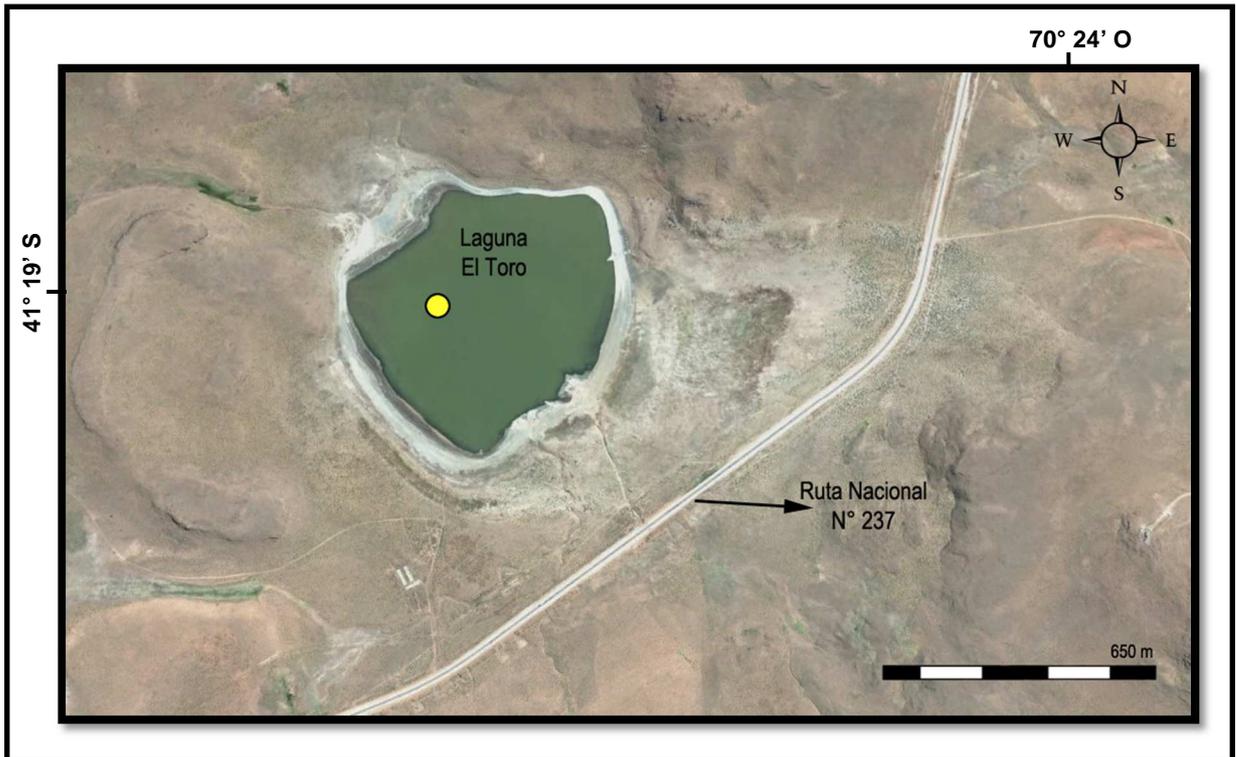


Figura 5.6 – Laguna El Toro, en amarillo se indica el sitio de extracción del testigo (Modificado de Google Earth).

Este ambiente se localiza en el sector de la Precordillera Patagónica de la provincia geológica Patagónides (Ramos 1999), dentro de la ecorregión de la Estepa Patagónica (Burkart *et al.* 1999). El clima de la zona se caracteriza por una isoterma media anual de $11^{\circ} C$ con 200 mm de precipitaciones anuales, concentradas mayormente durante el invierno. La vegetación circundante es escasa y está caracterizada por arbustos bajos (e.g., *Mulinum spinosum*), coirones (e.g., *Stipa speciosa*, *Festuca pallenscens*) y gramíneas (e.g., Asteraceae, Euphorbiaceae).

Este es un cuerpo de agua somero (2-4 m de profundidad), con un área de 0,63 km² y una cuenca de drenaje de 11,4 km² de superficie. Durante la primavera austral del año 2011 la laguna presentó un pH de 10, una concentración de oxígeno disuelto de 10,9 mg.L⁻¹ y una conductividad de 2510 μS.cm⁻¹ (Coviaga *et al.* en preparación). Tartarotti *et al.* (2004), en el verano de 1997, registraron conductividades superiores, entre 3950 y 8800 μS.cm⁻¹, con concentraciones de clorofila *a* de 1,98 μg L⁻¹ y de materia orgánica disuelta de 521 mg⁻¹.

El Toro es frecuentemente visitado por diferentes especies de aves. Sin embargo, al no poseer carácter de reserva no existe hasta el momento un censo estricto de la avifauna. A partir de observaciones personales y comentarios de los pobladores del área, se pueden mencionar aves como el flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*), el macá plateado (*Podiceps occipitalis*), la gallareta chica (*Fulica leucoptera*), el pato maicero (*Anas georgica*) y el chorlo doble collar (*Charadrius falklandicus*). El Toro es una laguna sin peces, con una comunidad zooplanctónica compuesta por copépodos (*Parabroteas sarsi*), cladóceros (*Daphnia middendorffiana*) y ostrácodos (Tartarotti *et al.* 2004)

Extracción y procesamiento

En el año 2002, la Dra. Andrea Rizzo extrajo un testigo corto de 32,5 cm de longitud de la Laguna El Toro, utilizando un muestreador activado por gravedad (ETH-system). El sitio de extracción se seleccionó previo perfilaje sísmico de la cuenca con una ecosonda Navman Fish 4150 (Rizzo 2007).

El testigo fue transportado al Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica, Centro Atómico Bariloche (CNEA), donde se cortó longitudinalmente, se fotografió, se inspeccionó visualmente y se submuestreó cada 1 cm o siguiendo los cambios litológicos.

Descripción litológica y geoquímica

Los contenidos de materia orgánica, sílice biogénica, calcio y análisis de tefras fueron realizados en el Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica, CNEA, Bariloche Argentina. Mientras que la mineralogía del sedimento se determinó en el Centro de Investigaciones Geológicas, La Plata, Argentina.

El testigo El Toro puede subdividirse en dos unidades, la Unidad A desde la base hasta los 10 cm de profundidad y la Unidad B, a partir del nivel 10 cm hasta el tope de la secuencia. La primera (32,5-10 cm) se caracteriza por un sedimento arenoso-limoso con una estratificación gruesa de bandas gris claro y oscuras y restos dispersos de vegetación. La unidad B (10-0 cm) presenta abundantes restos vegetales en la base (10 – 8 cm), continuando con un sedimento arcilloso homogéneo de color marrón-grisáceo oscuro, con un incremento en la proporción de arena fina hacia el tope de la secuencia (Figura 5.7).

La mineralogía varía con la profundidad, siendo la calcita el elemento dominante desde la base hasta los 20 cm de profundidad. En este nivel se observa un notorio incremento en la concentración de cuarzo. A partir del cm 19, la fracción clástica, *i.e.* feldespatos y cuarzo constituyen aproximadamente el 50% del perfil mineralógico. En los intervalos 32-30 cm, 18-16 cm, 13-12,5 cm y 8-6 cm se detecta la presencia de material volcánico, con concentraciones elevadas de material amorfo, junto con la presencia de pyroxenos y anfíboles (Figura 5.7).

La densidad sedimentaria exhibe los mayores valores en los niveles basales de la secuencia, con un posterior decrecimiento hasta alcanzar un mínimo a los 26 cm de profundidad. En los niveles superiores se observa un comportamiento fluctuante, con densidades entre $0,3 \text{ g cm}^{-3}$ y $0,6 \text{ g cm}^{-3}$ (Figura 5.7).

La concentración de materia orgánica muestra un patrón de respuesta opuesto a la densidad sedimentaria. Niveles de baja concentración de materia orgánica, asociados con altos valores de densidad sedimentaria, se registran en zonas con una elevada concentración de partículas volcánicas, dispersas entre los niveles 32-30 cm, 18-16 cm y 13-12,5 cm (Figura 5.7).

El testigo El Toro presenta una concentración baja de sílice en la mayor parte de la secuencia, con un mínimo en el nivel 9 cm. No obstante, a partir de los 8 cm de profundidad se registra un notable incremento en esta variable (Figura 5.7).

El porcentaje de calcio permanece relativamente constante, hasta el nivel 10 cm, con un leve decrecimiento hacia el tope de la secuencia (Figura 5.7).

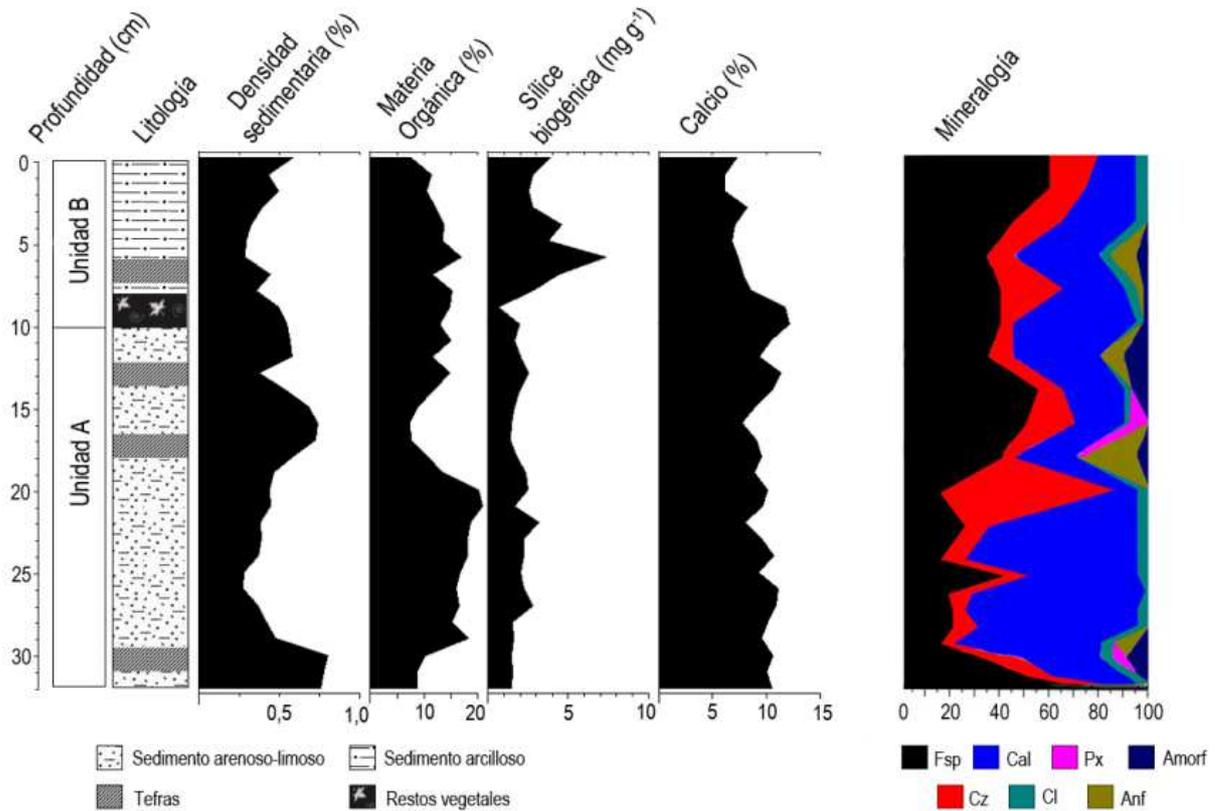


Figura 5.7 – Descripción litológica y geoquímica del testigo El Toro. Referencias: Fsp: feldspatos, Cal: calcita, Px: piroxenos, Amor: fracción amorfa, Cz: cuarzo, Cl: fracción clástica,

Descripción de tefras

A lo largo de la secuencia se reconocieron cuatro niveles con presencia de tefras denominadas T031, T017, T013 y T08 (Daga com. pers.).

La T031 (32 - 30 cm) consiste en partículas vítreas marrones e incoloras, de textura pumícea, con un contenido bajo-moderado a alto de partículas vesiculares. El análisis EDS sobre ambos fragmentos mostró una composición con un alto contenido de SiO₂ (71-73%), asociados con vidrios de menor contenido de sílice (57-60%).

La T017 (18-16 cm) está compuesta principalmente por partículas pumíceas blancas y fragmentos vítreos marrones, siendo los primeros más vesiculares que los segundos. Ambas partículas mostraron una composición evolucionada con un

70-73% de SiO₂. En esta capa se detectó la presencia de fragmentos líticos y de cristal, posiblemente provenientes de la cuenca. Asimismo, el perfil mineralógico mostró la presencia de material amorfo en este intervalo.

La T013 (13-12,5 cm) exhibe una alta concentración de material amorfo, con partículas vítreas de pequeño tamaño de grano. Dichas partículas exhibieron una moderada vesicularidad, con un bajo contenido de fragmentos incoloros-blancos. Los componentes volcánicos mostraron un contenido de SiO₂ de 59-61%, mientras que los fragmentos incoloros de 71-72%.

Por último, la T08 (8-7 cm) se caracteriza por una baja abundancia de partículas volcánicas, con presencia de fragmentos vítreos finos de color marrón pálido dispersos en el sedimento. Estos mostraron una composición variable, con un contenido de SiO₂ entre 57 y 70%.

Cronología

Los niveles más antiguos del testigo El Toro se dataron radiocarbónicamente mediante la técnica de Espectrometría de Masas con Acelerador (AMS), sobre valvas de ostrácodos (3 gramos aproximadamente), en los laboratorios Beta Analytic Radiocarbon Dating y DirectAMS. En los niveles superiores (11 – 0 cm) la cronología se obtuvo a partir de dataciones con ¹³⁷Cs, realizadas en el Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica, CNEA Bariloche. Los perfiles de actividad de este isótopo se determinaron sobre muestras de sedimento por espectrometría gamma de alta resolución (Rizzo 2007).

La actividad del ¹³⁷Cs estuvo por encima de los límites de detección en los niveles superiores a los 10 cm de profundidad (4,1 g cm⁻²) (Figura 5.8). Dichos niveles corresponderían a los mayores aportes de ¹³⁷Cs reportados en la región (Ribeiro Guevara y Arribére, 2002), los cuales se asocian a las pruebas nucleares iniciadas en 1967 en el Pacífico Sur. Asimismo, la actividad registrada en los niveles 11 y 10 cm podría estar vinculada a las emisiones del Hemisferio Norte, asociadas con un máximo en la región en 1964. Debido a la escasa variación entre los registros máximos de 1964 y 1967, sumado a la existencia de aportes de ¹³⁷Cs en años previos y cierto grado de movilización luego de la sedimentación, se

pueden incluir los aportes de 1964 dentro del estrato 9-10cm. Por lo tanto, se puede asignar el año 1963 al nivel 10 cm.

La calibración e integración de los distintos fechados en un modelo de edad se realizó con el programa OxCal 4.2, usando la curva de calibración correspondiente al Hemisferio Sur, SHCal13 (Hogg *et al.* 2013). Las edades se expresaron como años calendario DC (después de Cristo) con un nivel de confianza de 95.4% (2σ).

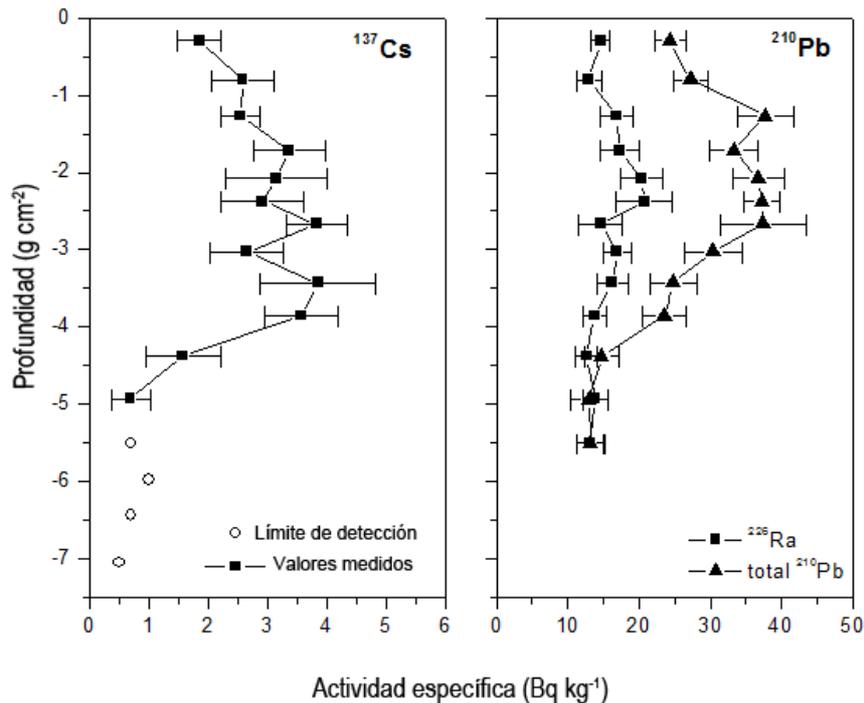


Figura 5.8 – Actividad específica de los isótopos ^{210}Pb y ^{137}Cs .

Extracción y procesamiento de ostrácodos

El procesamiento de las muestras de ostrácodos se realizó en el Laboratorio de Microorganismos Cálcareos Recientes y Fósiles, Centro Regional Universitario Bariloche (Universidad Nacional del Comahue). Muestras de aproximadamente 1 gramo de sedimento, colectadas a intervalos de 1 cm, se lavaron a través de un tamiz de 63 μm de abertura de malla, se enjuagaron con agua destilada y se dejaron secar a temperatura ambiente.

Análisis de las muestras de ostrácodos

El análisis de las muestras de ostrácodos de ambos testigos (CLG 99-5B y El Toro) se llevó a cabo en el Laboratorio de Microorganismos Cálcareos Recientes y Fósiles en el Centro Regional Universitario Bariloche (Universidad Nacional del Comahue). Para ambas secuencias se siguió la metodología detallada a continuación.

Una vez secas, las muestras de sedimento se pesaron y revisaron bajo microscopio estereoscópico (Nikon SMZ645). Todas las valvas y caparazones presentes, tanto de adultos como de estadíos juveniles, se separaron mediante la técnica de picking, se ordenaron en portamicrofósiles y se identificaron para luego contarlos (Boltovskoy 1965, Armstrong y Brasier 2005). La identificación taxonómica se realizó al menor nivel taxonómico posible sobre los ejemplares adultos, de acuerdo a Cusminsky y Whatley (1996), Meisch (2000), Cusminsky *et al.* (2005), entre otros.

La abundancia de ostrácodos se calculó sobre los ejemplares adultos, y se expresó como número de individuos por 1 gramo de sedimento seco.

Los individuos más representativos fueron fotografiados utilizando el microscopio electrónico de barrido del Centro Atómico Bariloche (Philips SEM 515). Dichos ejemplares serán depositados en el repositorio del Laboratorio de Microorganismos Cálcareos Recientes y Fósiles en el Centro Regional Universitario Bariloche (Universidad Nacional del Comahue), bajo las siglas UNC-PMIC.

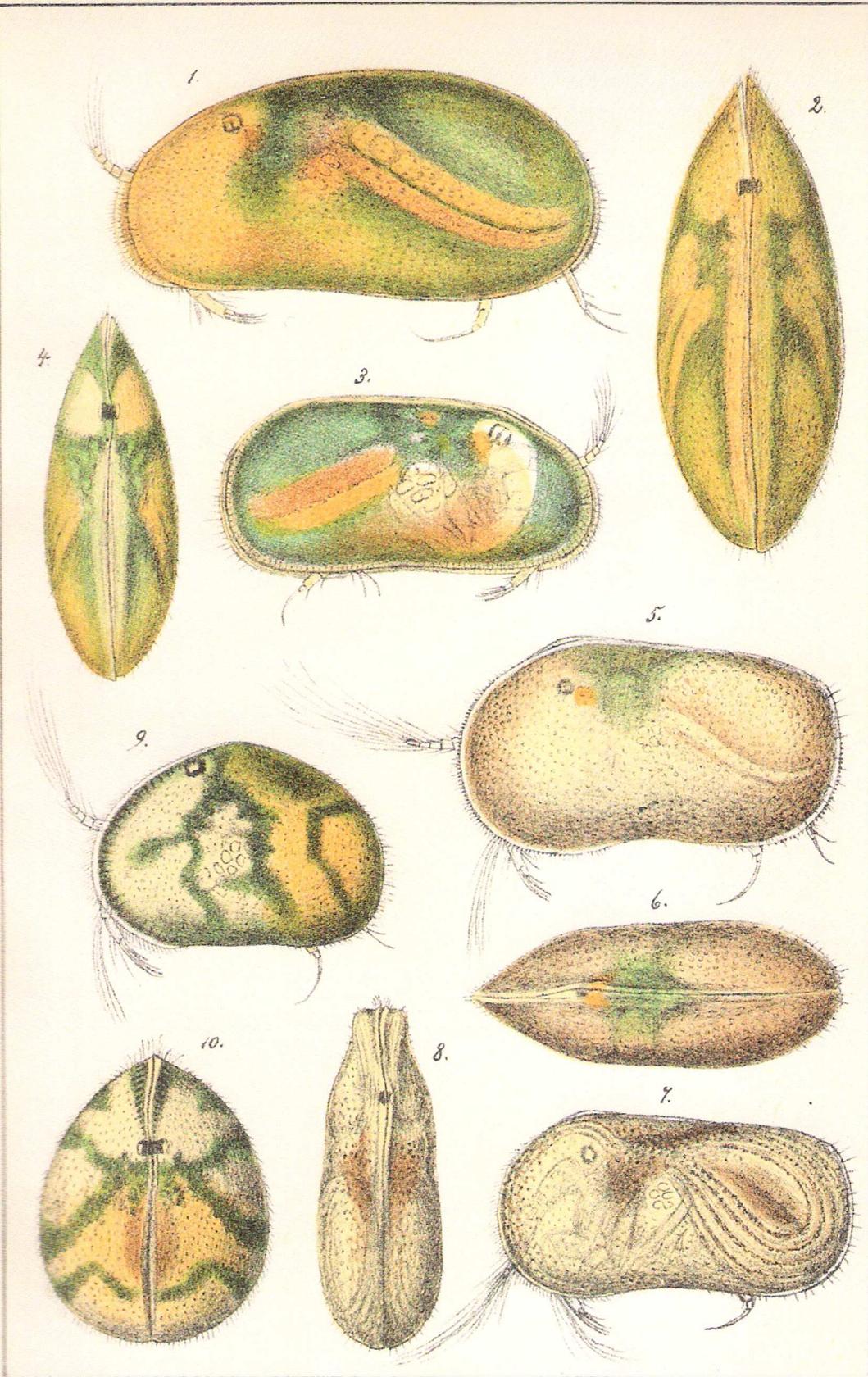
Análisis de los datos

Para ambos testigos se aplicó la misma metodología de análisis de datos. Se estableció la riqueza específica, la abundancia total y la abundancia relativa de ostrácodos.

Se realizó un análisis tafonómico, incluyendo el porcentaje de valvas retrabajadas y fragmentadas, la relación valvas:caparazones, juveniles:adultos y machos:hembras.

En base al ensamble de especies de ostrácodos recuperados, y mediante métodos de agrupamiento, se realizaron zonaciones en ambas secuencias holocénicas. Los grupos se formaron según el método de agrupamiento jerárquico de la suma de los cuadrados de error. El análisis se efectuó respetando el orden

estratigráfico y como coeficiente de distancia se empleó la distancia euclidiana estandarizada (Grimm 1991). Estos estudios fueron llevados a cabo utilizando los programas TILIA, TILIAGRAPH, TGWIEV y CONISS (Grimm 1987).



G.O. Sars auctogr.

Figs 1-2, *Hermetocypris stanleyana*, (King).
 Figs 3-4, " *viridula*, (Brady).
 Figs 5-8, *Ilyocypris australiensis*, n. sp.
 Figs 9-10, *Cypridopsis globulus*, n. sp.

M. Lyncei Lith. Anst. Christiania.

Sars 1889

Resultados

6. Resultados

6.1 Sistemática

Se presentan los resultados taxonómicos de las especies de ostrácodos identificadas en esta tesis, incluyendo las listas sinonímicas, y datos sobre su ecología y distribución en la región Neotropical. Las listas sinonímicas incluyen la cita original de cada especie y aquellas referidas al material descrito para Sudamérica. En los casos en que no existan registros para la región, se mencionan los trabajos utilizados para la identificación de la especie. Dado que la mayoría de las especies han sido caracterizados previamente, en el ítem “Observaciones” sólo se señalan aquellos rasgos que difieran con los ejemplares descritos en trabajos previos. En el ítem “Material examinado” se indica el número de individuos adultos y juveniles examinados, tanto respecto a la morfología de sus valvas como a la de sus apéndices. Se fotografiaron individuos adultos para todas las especies, excepto para *Eucypris virgata*, dado que no se registraron adultos de la misma. Todas las dimensiones se presentan en milímetros. Se utilizan las siguientes siglas, VD: valva derecha, VI: valva izquierda, C: caparazón articulado.

Clase Ostracoda Latreille, 1806
Subclase Podocopoda Müller, 1894
Orden Podocopida Sars 1866
Suborden Cytherocopina Baird, 1850
Superfamilia Cytheroidea Baird, 1850
Familia Limnocytheridae Klie, 1938
Subfamilia Limnocytherinae Klie, 1938

Género *Limnocythere* Brady, 1968

***Limnocythere cusminskyae* Ramón Mercau *et al.* 2014**

Lámina 1, figuras A - G.

- 1990 *Limnocythere* sp. n. Bertels y Martínez, Fig. 11.
 1996 *Limnocythere staplini* Gutentag y Benson. Ferrero, p. 220, Figs. 4, 1a-1d.
 1997 *Limnocythere* sp. Bertels y Martínez, p. 51, Lám. 5, Fig. 2-3; Lám. 6, Figs. 16-17.
 1998 *Limnocythere* sp. 1. Bertels-Psotka y Laprida, p. 119, Lám. 3, Fig. 1.
 1998 *Limnocythere staplini* Gutentag y Benson. Laprida, Fig. 14.
 2006. *Limnocythere* sp. Laprida, p. 196, Figs. 3, H-I. *L. aff. L. staplini* Gutentag y Benson. Laprida, p. 196, Figs. 3, J-L.
 2009 *Limnocythere staplini* Gutentag y Benson. Ferrero, Figs. 10, 5-6.
 2014 *Limnocythere cusminskyae* Ramón-Mercau *et al.*, p. 29-33, Lám. 2, Figs. A-H.

Material – 20 individuos adultos (10 machos y 10 hembras), 15 individuos juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>	<i>Ancho</i>
Figura A - Hembra adulta VD.	0,684	0,328	-
Figura B - Hembra VD.	0,641	0,337	-
Figura D -Hembra C.	0,717	-	0,197
Figura E -Macho C.	0,640	-	0,153
Figura F -Macho VD.	0,664	0,261	-
Figura G -Macho VI.	0,700	0,254	-

Observaciones

En esta tesis se recolectaron individuos machos y hembras, cuyas características coinciden con las recientes descripciones presentadas por Ramón Mercau *et al.* (2014).

Distribución

Limnocythere cusminskyae es una especie de distribución Neotropical, citada hasta el momento exclusivamente en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Los registros fósiles de esta especie datan del Holoceno, con muestras provenientes de los márgenes de los arroyos Napostá Grande (Bertels y Martínez 1990, 1997), Quequén Grande (Ferrero 1996), y sedimentos de las formaciones Destacamento Río Salado (Laprida 1998), Las Escobas (Bertels-Psotka y Laprida 1998), Canal 5, en las proximidades de la laguna Mar Chiquita (Ferrero 2009) y laguna La Brava (Laprida *et al.* 2014). Los registros actuales de *L. cusminskyae* provienen de los arroyos Grande y Chico (Balcarce) y las lagunas Chascomús, Salada Grande, Los Horcones, del Monte (Laprida 2006).

En este estudio, *L. cusminskyae* estuvo presente en la laguna Asansa.

Ecología

Limnocythere cusminskyae, como muchas de su género, es considerada una especie indicadora de altas alcalinidades (Ferrero 1996, 2009; Laprida *et al.* 2014; Ramón Mercau *et al.* 2014).

En esta tesis *L. cusminskyae* se registró en un ambiente de elevada conductividad ($10950 \mu\text{S cm}^{-1}$) y concentración iónica (K^+ : $49,8 \text{ mg L}^{-1}$; Ca^{+2} : $629,4 \text{ mg L}^{-1}$; Mg^{2+} : $168,6 \text{ mg L}^{-1}$; Na^+ : $1633,0 \text{ mg L}^{-1}$; Cl^- : $1947,0 \text{ mg L}^{-1}$). Asimismo, este cuerpo de agua presentó aguas cálidas ($20,6^\circ\text{C}$) y levemente alcalinas (8,3), con una alta concentración de oxígeno disuelto ($9,6 \text{ mg L}^{-1}$).

Limnocythere patagonica Cusminsky y Whatley, 1996

Lámina 1, figuras H - J.

- 1995 *Limnocythere reticulata* Sharpe. Cusminsky, Lám. 2, Figs. 5, 6, 8 y 10.
 1996 *Limnocythere patagonica* Cusminsky y Whatley, p. 144, Lám. 1, Figs. 1-5.
 2002 *Limnocythere patagonica* Cusminsky y Whatley, Schwalb *et al.*, Lám. 1, Fig. 7.
 2005 *Limnocythere patagonica* Cusminsky y Whatley, Cusminsky *et al.* p. 433-434, Lám. 1, Figs. 1-4.
 2008 *Limnocythere patagonica* Cusminsky y Whatley, Pineda, p. 39-40, Lám. 1, Figs. 1-2.
 2012 *Limnocythere patagonica* Cusminsky y Whatley, Ramón Mercáu *et al.*, Fig. 4.10.
 2015 *Limnocythere patagonica* Cusminsky y Whatley, Cárdenas *et al.*, p.8, Figs. 2e y 2f.

Material – 5 valvas de individuos adultos (hembras).

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura H - Hembra VI.	0,734	0,329
Figura I - Hembra VI.	0,779	0,355

Observaciones

Se recuperaron exclusivamente valvas de individuos hembras en bajas abundancias, cuyas características se corresponden con la descripción realizada por Cusminsky y Whatley (1996).

Distribución

Limnocythere patagonica, de distribución Neotropical, fue registrada originalmente en sedimentos del Cuaternario de la laguna Los Juncos (Cusminsky, 1995; Cusminsky y Whatley, 1996; Whatley y Cusminsky, 1999, 2000). Posteriormente se la encontró en secuencias del Pleistoceno tardío – Holoceno de la laguna Cari-Laufquen (Pineda 2008, Cusminsky *et al.* 2011) y del Holoceno del lago Cardiel (Markgraf *et al.* 2003, Cusminsky *et al.* 2011) y la laguna Chaltel (Ohlendorf *et al.* 2014). En ambientes actuales, esta especie fue registrada en lagos y lagunas del norte y sur de la Patagonia argentina (Schwalb *et al.* 2002;

Cusminsky *et al.* 2005; Ramón Mercau *et al.* 2012) y recientemente, en el lago Cisnes, al sur de la Patagonia chilena (Cárdenas *et al.* 2015).

En este estudio, *L. patagonica* estuvo presente en las muestras actuales de las lagunas Los Juncos y Ñeluan; y en las secuencias fósiles analizadas (testigos CLG-995b y El Toro).

Ecología

Limnocythere patagonica es una especie característica de cuerpos de agua permanentes y someros (Schwalb *et al.* 2002). En ambientes actuales de Patagonia Norte habita aguas con diferentes concentraciones iónicas, *i.e.* Ca⁺²: 11,79 - 27,96 mg L⁻¹; Na: 32,08 - 1043,33 mg L⁻¹; K⁺: 4,12 - 9,27 mg L⁻¹; Mg²⁺: 12,00 - 22,02 mg L⁻¹; Cl⁻: 9,53 - 335,03 mg L⁻¹ y SO⁻²₄: 23,59 - 906,14 mg L⁻¹ (Cusminsky *et al.* 2005). Adicionalmente, Ramón Mercau *et al.* (2012) la definieron como una especie estenohalina, restringida a ambientes de bajas salinidades (TDS hasta 530 mg L⁻¹) y aguas enriquecidas en calcio, sodio y magnesio, características típicas de los cuerpos de agua de áreas ecotonales de Patagonia.

En esta tesis *L. patagonica* se encontró en aguas templado-frías (13,5-15,3 °C) y alcalinas (8,9-9,5), con una concentración de oxígeno disuelto entre 6,7 y 7,3 mg L⁻¹ y una conductividad de 998 a 1220 µS cm⁻¹. En aguas con la siguiente composición iónica: K⁺: 11,6-29,0 mg L⁻¹; Ca⁺²: 20,7-28,0 mg L⁻¹; Mg²⁺: 37,0-68,0 mg L⁻¹; Na⁺: 132,0-281,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 52,0-79,5 mg L⁻¹.

Limnocythere rionegroensis Cusminsky y Whatley, 1996
Lámina 1, figuras K - O.

1990 *Limnocythere* sp. aff. *L. bradburyi* Forester, Bertels y Martínez, Lám. 2, Fig. 12.

1996 *Limnocythere rionegroensis* Cusminsky y Whatley, p. 146, Lám. 1, Figs. 6- 10.

1997 *Limnocythere* sp. aff. *L. bradburyi* Forester, Bertels y Martínez, p. 90, Lám. 5, Fig. 1; Lám. 6, Figs. 14-15.

2002 *Limnocythere rionegroensis* Cusminsky y Whatley, Schwalb *et al.*, Lám. 1, Figs. 1-3.

2005 *Limnocythere rionegroensis* Cusminsky y Whatley, Cusminsky *et al.* p. 434-436, Lám. 1, Figs. 5-8.

2008 *Limnocythere rionegroensis* Cusminsky y Whatley, Pineda. p. 41-42, Lám. 1, Figs. 3-14.

2014 *Limnocythere rionegroensis* Cusminsky y Whatley, D'Ambrosio. p. 31, Figs. 5, G-J.

Material – 200 valvas de ejemplares adultos (machos y hembras) y 150 de ejemplares juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>	<i>Ancho</i>
Figura K - Hembra VD.	0,650	0,350	-
Figura L - Hembra VD.	0,696	0,447	-
Figura M - Hembra VD.	0,671	0,362	-
Figura N - Macho VI.	0,703	0,336	-
Figura Ñ - Macho VI.	0,667	0,350	-
Figura O - Hembra C.	0,639	-	0,241

Observaciones

Limnocythere rionegroensis fue descrita originalmente a partir de sedimentos del lago La Salina, localizado en la provincia de Río Negro (Whatley y Cusminsky 1996). Posteriormente, se identificaron dos variedades de esta especie (Cusminsky *et al.* 2011). El morfotipo correspondiente a la variedad 1 posee valvas con un patrón débilmente reticulado, formado por fosetas poligonales y poco profundas, rodeadas de delicados muri. Por el contrario, el morfotipo asignado a la variedad 2 presenta valvas con una ornamentación más marcada, con un patrón reticulado con fosetas redondeadas a poligonales rodeadas por muri o bordes bien marcado y elevados (Ramos *et al.* 2015a).

Los ejemplares machos y hembras de *L. rionegroensis* recuperados en este estudio se corresponden con la descripción de Cusminsky y Whatley (1996). En la

secuencia de El Toro sólo se halló la variedad 1 de esta especie, mientras que en el testigo CLG 99-5b se registraron ambas variedades.

Distribución

Esta especie se distribuye en la región Neotropical, específicamente en Argentina. *L. rionegroensis* fue recuperada en secuencias cuaternarias del área de Cari-Laufquen (Whatley y Cusminsky 1996; Pineda 2008; Cusminsky *et al.* 2011), lago Cardiel (Markgraf *et al.* 2003, Cusminsky *et al.* 2011), laguna Llancanelo (D'Ambrosio 2014) y lago Chaltél (Ohlendorf *et al.* 2014). Asimismo, *L. rionegroensis* fue muestreada en ambientes actuales de Patagonia Norte y Sur (Schwalb *et al.* 2002; Cusminsky *et al.* 2005, Cusminsky *et al.* 2011, Ramón Mercau *et al.* 2012).

Se recuperaron ejemplares machos y hembras de *L. rionegroensis* en las dos secuencias holocénicas analizadas en esta tesis (testigos CLG-995b y El Toro).

Ecología

Limnocythere rionegroensis es una especie indicadora de ambientes salinos en Patagonia (Whatley y Cusminsky 1999, 2000). Esta especie habita ambientes actuales con una alta concentración iónica, *i.e.* Ca²⁺: 8,67 – 58,51 mg L⁻¹; Na: 1046,33 – 8687,97 mg L⁻¹; K⁺: 3,27– 127,81 mg L⁻¹; Mg²⁺: 8,23 – 324,15 mg L⁻¹; Cl⁻: 335,08 – 8200,24 mg L⁻¹ y SO₄²⁻: 565,71 – 6403,07 mg L⁻¹ (Cusminsky *et al.* 2005). Asimismo, estudios recientes sugieren que *L. rionegroensis* puede considerarse una especie estenohalina, presente en ambientes de aguas sódicas, enriquecidas con cloruros, sulfatos o bicarbonatos (Ramón Mercau *et al.* 2012).

La determinación de las dos variedades de *L. rionegroensis* permitió definir que la variedad 1 de esta especie se encuentra en ambientes con mayores concentraciones iónicas que la variedad 2 (Cusminsky *et al.* 2011, Ramos *et al.* 2015a).

Suborden Darwinulocopina Sohn, 1988**Superfamilia Darwinuloidea Brady & Norman, 1889****Familia Darwinulidae Brady & Norman, 1889****Género *Darwinula* Brady & Robertson, 1885*****Darwinula stevensoni* (Brady & Robertson, 1870)**

- 1870 *Polycheles stevensoni* Brady y Robertson, p. 254, Lám. 183, Figs. 2 a-c.
 2006 *Darwinula stevensoni* (Brady y Robertson). Laprida, p. 194, Fig. 3 A.
 2006 *Darwinula stevensoni* (Brady y Robertson). Laprida *et al.*, p. 178-179, Pl. 1, Figs. 1-6.
 2012 *Darwinula stevensoni* (Brady y Robertson). Ramón Mercau *et al.*, Figs. 4.13.
 2014 *Darwinula stevensoni* (Brady y Robertson). D'Ambrosio, p. 29, Figs. 3 A -C.

Material – 2 individuos adultos (hembras).

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Hembra VI.	0,546	0,198
Hembra VD.	0,432	0,210

Observaciones

Sólo se hallaron dos ejemplares de esta especie. Las características de las mismas corresponden con la descripción presentada por Rossetti y Martens (1998).

Distribución

Esta especie presenta una distribución cosmopolita, con numerosos registros en la región Neotropical (Martens y Behen 1994; Martens y Savatnalinton 2011). En Argentina, no hay registros de esta especie en el Cuaternario, sin embargo ha sido recuperada en muestras recientes de las provincias de Buenos Aires (Moguilevsky y Whatley 1995; Laprida 2006), Catamarca (Laprida *et al.* 2006), Neuquén (Ramón Mercau *et al.* 2012) y Mendoza (D'Ambrosio 2014).

En este estudio, *D. stevensoni* se registró en muestras del arroyo Valcheta.

Ecología

Darwinula stevensoni habita una gran variedad de ambientes (Rossetti y Martens 1996), prefiriendo aquellos de aguas claras, con baja energía (Carbonel *et al.* 1988). Esta especie es considerada euriterma y eurihalina (Meisch 2000).

En esta tesis, *D. stevensoni* se registró bajo las siguientes condiciones físico-químicas: temperatura 23,4 °C; pH: 8,6; concentración de oxígeno disuelto: 11,6 mg L⁻¹; conductividad: 1026 µS cm⁻¹; K⁺: 5,4 mg L⁻¹; Ca²⁺: 51,0 mg L⁻¹; Mg²⁺: 31,0mg L⁻¹; Na⁺: 119,0mg L⁻¹ y Cl⁻: 68,0 mg L⁻¹.

Género *Penthesilenula* Rossetti & Martens, 1998***Penthesilenula araucana* (Löffler, 1961)**

Lámina 2, figuras A – C.

1961 *Darwinula araucana* Löffler. Löffler, p. 200-202, Fig. 239-243.

1998 *Penthesilenula araucana* (Löffler). Rossetti y Martens, p. 81, Figs. 15 A-C, 26A.

Material – 5 valvas.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>	<i>Ancho</i>
Figura A - Hembra VI.	0,757	0,360	-
Figura B - Hembra VI.	-	-	-
Figura C - Hembra C.	0,765	-	0,330

Observaciones

La abundancia de ejemplares recuperados de esta especie fue baja, no obstante se pudieron determinar correctamente en base a la morfología de las valvas. Principalmente, dado que esta especie es la única del género con un diente en la región posterior de la valva izquierda (grupo *incae*), con esta solapando a la valva derecha (Rossetti y Martens 1998, Karanovic 2012).

Distribución

Penthesilenula araucana se registró únicamente en la región Neotropical (Martens y Savatentalinton 2011). La especie fue determinada a partir de muestras colectadas en el lago Villarica, Chile (Löffler 1961), constituyendo éste su único registro.

En este estudio, *P. araucana* se recuperó en la secuencia correspondiente al testigo CLG 99-5b.

Ecología

Se desconocen las características ecológicas de esta especie.

Suborden Cypridocopina Baird, 1845

Superfamilia Cypridoidea Baird, 1845

Familia Candonidae Kaufmann, 1900

Subfamilia Candoninae Kaufmann, 1900

Género *Candobrasilopsis* Higuti y Martens 2012

***Candobrasilopsis brasiliensis* (Sars, 1901)**

Lámina 2, figura D.

1901 *Candonopsis brasiliensis* Sars. Sars, p. 45, Lám. 1, Fig. 45-46.

1981 *Candonopsis elliptica* Furtos. Zabert, p. 79, Pl. 1, Fig. 2; Pl. 2, Figs. 6 a-c.

1986 *Candonopsis elliptica* Furtos. Zabert y Herbst, p. 216, P. 2, Figs. 8 a-b; Pl. 3, Figs. 17 a-b.

1990 *Candonopsis brasiliensis* Sars. Bertels y Martínez, Pl. 1, Fig. 9.

1996 *Candonopsis brasiliensis* Sars. Cusminsky y Whatley., p. 148, Pl. 1, Fig. 15.

1998 *Candonopsis brasiliensis* Sars. Bertels-Psotka y Laprida, p. 148, Lám. 1, Fig. 1.

2006 *Candonopsis brasiliensis* Sars. Higuti, Lám. 3E, Fig. A-C.

2006 *Candonopsis brasiliensis* Sars. Laprida, p. 192, Figs. 2 LL, 5 M-P.

2012 *Candobrasilopsis brasiliensis* (Sars). Higuti y Martens, p. 18-19, Figs. 7 C-D, 8-13.

Material -1 valva.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura D - Hembra VD.	0,580	0,281

Observaciones

El ejemplar encontrado corresponde con las descripciones de esta especie (Higuti y Martens 2012).

Distribución

Esta especie, de distribución Neotropical (Martens y Savatentalinton 2011), fue descrita a partir de sedimentos recolectados en el área de São Paulo, Brasil (Sars 1901). En este país, *C. brasiliensis* se encuentra ampliamente distribuida en ambientes actuales (Higuti *et al.* 2009; Higuti *et al.* 2010; Mormul *et al.* 2010; Higuti y Martens 2012). En Argentina, se la encontró en secuencias cuaternarias del noroeste argentino (Zabert, 1981; Zabert y Herbst, 1986), la provincia de Buenos Aires (Bertels y Martínez, 1990, Laprida *et al.* 2006) y el norte de Patagonia (Cusminsky y Whatley, 1996; Whatley y Cusminsky, 2000, Cusminsky *et al.* 2011).

En esta tesis, *C. brasiliensis* fue hallada en la secuencia proveniente de la laguna Cari-Laufquen Grande (testigo CLG 99-5b).

Ecología

Candobrasilopsis brasiliensis ha sido registrada en aguas con un pH entre 4,7 y 6,5; conductividad entre 23,6 y 114,9 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y concentración de oxígeno disuelto entre 0,6 and 13,3 mg L^{-1} (Higuti y Martens 2012). En Argentina fue encontrada en ambientes de régimen temporario, hipo-oligohalinos y de alcalinidad fuerte (Laprida 2006).

Familia Cyprididae Baird, 1845**Subfamily Cypricercinae McKenzie, 1971****Género *Bradleystrandesia* Broodbakker, 1983*****Bradleystrandesia fuscata* (Jurine, 1820)**

Lámina 2, figuras E -F.

1820 *Monoculus fuscata* Jurine. Jurine, p. 174, Pl. 19, Figs. 1, 2.2009 *Bradleystrandesia fuscata* (Jurine, 1820). Savatentalinton y Martens, p. 24 -32, Figs. 16 A-B, 17 A-F.**Material** – 25 individuos adultos (hembras) y 5 individuos juveniles.**Dimensiones**

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura E - VD Hembra.	1,410	0,795
Figura F - VD Hembra.	1,500	0,864

Observaciones

En este estudio sólo se encontraron ejemplares hembras. Los individuos recuperados coinciden con las descripciones de esta especie (Savatentalinton y Martens 2009).

Distribución

Esta especie se encuentra citada para la región Paleártica y Neártica (Martens y Savatentalinton 2011), no existiendo registros de su existencia en la región Neotropical.

En este estudio se la encontró en tres ambientes actuales pertenecientes a la ecorregión de Bosques Patagónicos: lagunas Teleférico, Fantasma y Rinconada 15.

Ecología

Bradleystrandesia fuscata es una especie característica de ambientes temporarios localizados a campo abierto o en bosques (Meisch 2000). En estudios

realizados en Polonia, se la ha asociado a aguas con altos valores de conductividad, concentración de oxígeno y contenido de calcio (Iglikowska y Namiotko 2012).

En este estudio *B. fuscata* se encontró en aguas templado-frías (13,6-4,6 °C), de pH relativamente neutro (7,3-7,4), baja conductividad (70-137 $\mu\text{S cm}^{-1}$;) y concentración iónica (K^+ : 0,4-0,8 mg L⁻¹; Ca^{+2} : 4,5-21,3 mg L⁻¹; Mg^{2+} : 2,3-6,9 mg L⁻¹; Na^+ : 7,1-10,5 mg L⁻¹ y Cl^- : 3,5-12,4 mg L⁻¹). Asimismo se registró bajo un amplio rango de concentración de oxígeno disuelto (7,4-17,5 mg L⁻¹).

Subfamily Cypridinae Baird, 1845

Género *Chlamydotheca* Saussure, 1858

Chlamydotheca incisa (Claus, 1892)

Lámina 2, figuras G - H.

1892 *Pachycypris incisa* Claus. Claus, p. 205, Lám. 8, Figs. 7-15.

2006 *Chlamydotheca incisa* (Claus). Laprida, p. 190, Fig. 2, B-C.

2011 *Chlamydotheca incisa* (Claus). Díaz y Lopretto, p. 105, Fig. 2, F-J.

2014 *Chlamydotheca incisa* (Claus). Liberto *et al.*, Fig. 1, A-G.

Material – 5 individuos adultos (hembras) y 2 individuos juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura G - Hembra VD.	2,720	1,536
Figura H- Hembra VD.	2,633	1,500

Observaciones

Los ejemplares recuperados coinciden con las descripciones existentes en la bibliografía (Díaz y Lopretto 2011).

Distribución

Esta especie está distribuida en la región Paleártica y Neotropical (Martens y Savatnalinton 2011). Dentro de esta última presenta registros en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay, Perú y Uruguay (Martens y Behen, 1994). En Argentina, *C. incisa* fue hallada en secuencias cuaternarias de las provincias de Entre Ríos (Zabert y Herbst, 1986) y Buenos Aires (Bertels y Martínez 1990; Laprida *et al.* 2014). Respecto a su distribución actual, se encuentra en las provincias de Buenos Aires (Ramirez 1967, Moguilevsky y Whatley, 1995, César *et al.* 2001; Laprida 2006, Díaz y Lopretto 2011, Liberto *et al.* 2012), Formosa, Chaco, Corrientes (Díaz y Lopretto 2011) y Neuquén (Ramón Mercu et al. 2012).

En este estudio, *C. incisa* estuvo presente en dos ambientes, Bañados Puente Choele Choel y Acequia Estancia La Fuegoína.

Ecología

Chlamydotheca incisa es una especie característica de ambientes temporarios, de escasa profundidad, vegetados y oligohalinos (Laprida 2006). También fue recuperada en arroyos de moderada energía (Díaz y Lopretto 2011). Esta especie ha sido registrada en aguas bajo los siguientes rangos, pH: 7,02-9,0 mg L⁻¹; temperatura: 5,28-28,7 °C; conductividad: 210-757 µS cm⁻¹; TDS: 140-2070 mg L⁻¹; concentración de oxígeno disuelto: 4,1-8,8 mg L⁻¹ (Laprida 2006, Díaz y Lopretto 2011).

En esta tesis, *C. incisa* se encontró en un ambiente temporario (Bañados Choele-Choel) y otro con aguas en movimiento (Acequia Ea. La Fuegoína). Los mismos se caracterizaron por aguas cálidas (18,5-24,4 °C) y amplios rangos de pH (7,5-8,8); concentración de oxígeno disuelto (3,9-10,7 mg L⁻¹), conductividad (215-2040 µS cm⁻¹) y concentración iónica (K⁺: 1,2-6,2 mg L⁻¹; Ca⁺²: 17,6-100,5 mg L⁻¹; Mg²⁺: 3,4-47,8 mg L⁻¹; Na⁺: 16,0-271,1 mg L⁻¹ y Cl⁻: 14,0-294,0 mg L⁻¹).

Género *Cypris* O.F. Müller, 1776***Cypris pubera* O.F. Müller, 1776**

Lámina 2, figuras I - L.

1776 *Cypris pubera* O.F. Müller. Müller, Zool. Danicae Prodr, p. 198.2012 *Cypris pubera* O.F. Müller. Ramón Mercau *et al.* Fig. 4, 17.2015 *Cypris pubera* O.F. Müller. Coviaga *et al.*, Fig. 2, A-D.**Material**– 30 individuos adultos (hembras) y 45 individuos juveniles.**Dimensiones**

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>	<i>Ancho</i>
Figura I –Hembra C.	1,983	-	1,107
Figura K –Hembra VD.	2,412	1,367	-
Figura L –Hembra C.	1,660	-	1,100

Observaciones

Los ejemplares recuperados coinciden con las descripciones existentes en la bibliografía (Meisch 2000, Karanovic 2012). Los ejemplares descritos en la literatura poseen de 3 a 5 espinas caudales y en algunos casos, estas espinas están presentes en ambas valvas. Cabe destacar que los individuos recuperados en este estudio presentaron una única espina en la región caudal de la valva derecha; sin embargo, el estudio de los apéndices de los ejemplares asegura su posición taxonómica dentro de la especie *C. pubera*.

Distribución

Cypris pubera presenta una amplia distribución en las regiones Paleártica y Neártica (Martens y Savatentalinton 2011), aunque son escasos los registros de esta especie en la región Neotropical. Los mismos son exclusivamente actuales y provienen de la laguna Los Juncos y de la laguna El Refugio localizadas al sudoeste de la provincia de Río Negro (Ramón Mercau *et al.* 2012, Gilbert 2012, Coviaga *et al.* 2015).

Durante los muestreos realizados en esta tesis, *C. pubera* se encontró en las lagunas Los Juncos, Rinconada 15 y Refugio de Jesús.

Ecología

Cypris pubera es una especie frecuente en ambientes temporarios y someros, con amplios rangos de tolerancia para distintas variables ambientales, *i.e.* pH (8,23 - 9,3), temperatura (21,9 - 30,3 °C) y concentración de oxígeno disuelto (8,96 - 12,39 mg L⁻¹) (Meisch 2000, Kùlköylüođlu 2004, Kùlköylüođlu *et al.* 2012). Asimismo, estudios desarrollados en China indicaron que esta especie soporta altas salinidades (0,49 g L⁻¹) (Li *et al.* 2010).

En esta tesis, *C. pubera* se encontró en aguas templado frías (8,1-13,5 °C), bajo un rango de pH entre 7,3-9,5 y una concentración de oxígeno disuelto de 7,3 a 11,3 mg L⁻¹. Los ambientes presentaron un rango de conductividad de 119 a 1220 μS cm⁻¹; con la siguiente concentración iónica: K⁺: 4,0-29,0 mg L⁻¹; Ca⁺²: 18,5-20,7 mg L⁻¹; Mg²⁺: 5,3-68,0 mg L⁻¹; Na⁺: 2,4-281,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 3,0-79,5 mg L⁻¹.

Subfamily Cypridopsinae Kaufmann, 1900

Género *Cypridopsis* Brady, 1867

***Cypridopsis vidua* (O.F. Müller, 1776)**

Lámina 2, figuras M - N.

1776 *Cypris vidua* O.F. Müller, Müller, p. 199.

1990 *Cypridopsis vidua* (O.F. Müller). Bertels y Martínez, Pl. 1, Fig. 8.

1997 *Cypridopsis vidua* (O.F. Müller). Bertels y Martínez, p. 326, Lám. 1, Fig. 1.

2006 *Cypridopsis vidua* (O.F. Müller). Laprida, p. 191, Fig. 2, G-H.

2014 *Cypridopsis vidua* (O.F. Müller). D'Ambrosio, p. 35-36, Fig. 4A, 6H.

Material – 50 individuos adultos (hembras) y 5 individuos juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura M –Hembra VD.	0,650	0,425
Figura N –Hembra VI.	0,727	0,455

Observaciones

Los ejemplares recuperados coinciden con las descripciones realizadas para esta especie (Meisch 2000, Karanovic 2012). Incluso presentaron la clásica coloración verdosa-amarillenta, con cuatro bandas transversales verde oscuras (Meisch 2000). Los individuos provenientes de la Laguna Club Pesca presentaron una menor coloración, con valvas levemente traslúcidas.

Distribución

Cypridopsis vidua es una especie de distribución cosmopolita, con registros en Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Venezuela (Martens y Behen, 1994; Martens y Savatentalinton 2011). Particularmente en Argentina, fue reportada en secuencias cuaternarias de Chaco (Zabert 1981), Entre Ríos (Zabert y Herbst 1986), Río Negro (Cusminsky 1995), Buenos Aires (Bertels y Martinez 1990, 1997) y Mendoza (D'Ambrosio 2014). Los registros actuales de esta especie provienen de ambientes lacustres de la isla Martín García (César *et al.* 2001), la región de Mesopotamia (César *et al.* 2004), Buenos Aires (Laprida 2006, Laprida *et al.* 2014) y Mendoza (D'Ambrosio 2014).

En el marco de esta tesis, *C. vidua* estuvo presente en seis muestras actuales: Rinconada 15, Ñeluan, Bañados Puente Choele Choel, Acequia Estancia La Fuegoína, Laguna Club Pesca y Charca Ea. La Esmeralda.

Ecología

Cypridopsis vidua es una especie nadadora que habita una gran variedad de ambientes, principalmente vegetados (Meisch 2000). Posee amplios rangos de tolerancia para valores de pH, temperatura y salinidad; pero, por el contrario, poca tolerancia a bajos niveles de concentración de oxígeno disuelto (Meisch 2000, Külköylüoğlu 2004).

En este estudio, *C. vidua* estuvo presente bajo amplios rangos de temperatura: 12,5-27,0 °C; pH: 7,3-9,9; concentración de oxígeno disuelto: 3,9-13,2 mg L⁻¹; conductividad: 119-2040 µS cm⁻¹; K⁺: 1,2-18,0 mg L⁻¹; Ca²⁺: 17,6-100,5 mg L⁻¹; Mg²⁺: 3,4-47,8 mg L⁻¹; Na⁺: 7,8-271,1 mg L⁻¹ y Cl⁻: 3,0-294,0 mg L⁻¹.

Género *Potamocypris* Brady, 1870***Potamocypris smaragdina* (Vávra, 1891)**

Lámina 2, figura 0.

1891 *Cypridopsis smaragdina* Vávra. Vávra, p. 80, Fig. 26.1967 *Potamocypris smaragdina* (Vávra). Ramírez, p. 36, Pl. 10, Figs. 64-72.2005 *Potamocypris smaragdina* (Vávra). Cusminsky *et al.*, p. 442-444, Pl.3, Figs, 3-5.2012 *Potamocypris smaragdina* (Vávra). Ramón Mercau *et al.* Fig.4, 16.2014 *Potamocypris smaragdina* (Vávra). D'Ambrosio, p. 36, Fig.4 B.**Material** – 3 individuos adultos (hembras).**Dimensiones**

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura 0 –Hembra VI.	0,776	0,467

Observaciones

Los ejemplares recuperados coinciden con las descripciones presentadas por Meisch (1985).

Distribución

Esta especie se distribuye en las regiones Neártica, Paleártica y Neotropical (Martens y Savatnalinton 2011). Dentro de esta última se encuentra en Brasil y Argentina (Martens y Behen 1994). En Argentina, si bien *P. smaragdina* no fue recuperada en muestras cuaternarias, presenta una amplia distribución en ambientes actuales de Buenos Aires (Ramírez 1967), Patagonia Norte (Cusminsky *et al.* 2005, 2011), Patagonia Sur (Ramón Mercau *et al.* 2012) y Mendoza (D'Ambrosio 2014).

Durante esta tesis, *P. smaragdina* se registró en la laguna Ñeluan.

Ecología

Potamocypris smaragdina es caracterizada como una especie de verano (Meisch 2000), asociada a aguas bien oxigenadas y de alto pH (Rossetti *et al.* 2004). En Patagonia se la ha encontrado en ambientes de diferentes concentraciones iónicas, *i.e.* Ca²⁺: 22,31 – 50,86 mg L⁻¹; Na: 20,76 – 216,14 mg L⁻¹; K⁺: 1,81– 11,76 mg L⁻¹; Mg²⁺: 12,00 – 23,31 mg L⁻¹; Cl⁻: 5,36 – 45,20 mg L⁻¹ y SO²⁻₄: 1,76 – 28,80 mg L⁻¹ (Cusminsky *et al.* 2005). Recientes estudios sobre las preferencias hidroquímicas de *P. smaragdina* sugirieron que esta especie podría ser considerada estenohalina, restringida a aguas de baja salinidad (Ramón Mercau *et al.* 2012).

En esta tesis, *P. smaragdina* se encontró en aguas templadas (15,3 °C) y alcalinas (8,9), con una moderada concentración de oxígeno disuelto (6,7 mg L⁻¹) y conductividad (998 µS cm⁻¹). La composición iónica fue la siguiente: K⁺: 11,6 mg L⁻¹; Ca²⁺: 28,0 mg L⁻¹; Mg²⁺: 37,0mg L⁻¹; Na⁺: 132,0mg L⁻¹ y Cl⁻: 52,0 mg L⁻¹.

***Potamocypris unicaudata* Schäfer, 1943**

Lámina 3, figuras A - C.

1943 *Potamocypris unicaudata* Schäfer. Schäfer, p. 212-216, Figs. 6-10.

1998 *Potamocypris unicaudata* Schäfer. Scharf, Pl. III, Fig. 8.

Material – 18 individuos adultos (hembras) y 2 individuos juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>	<i>Ancho</i>
Figura A –Hembra VI.	0,750	0,423	-
Figura B –Hembra VI.	0,707	0,384	-
Figura B –Hembra C.	0,725	-	0,275

Observaciones

Los ejemplares recuperados coinciden con las descripciones presentes en la bibliografía (Meisch 2000, Karanovic 2012).

Distribución

Potamocypris unicaudata se encuentra distribuida en las regiones Neártica y Paleártica (Martens y Savatentalinton 2011), presentándose en esta tesis su primer registro en la Neotropical.

En este estudio *P. unicaudata* fue muestreada en las lagunas Los Juncos, Punta de Agua Chica y Punta de Agua Grande, y en la charca Virgen de Guadalupe.

Ecología

Esta es una especie considerada halófila, característica de aguas con altas salinidades (Löffler 1990, Scharf 1998).

En el marco de esta tesis, *P. unicaudata* se registró en aguas alcalinas (9,4-9,9) y de moderada a alta salinidad (1097-10950 $\mu\text{S cm}^{-1}$), con una temperatura entre 13,5 y 20,8 °C y una concentración de oxígeno disuelto de 7,3 a 11,8 mg L⁻¹. La composición iónica de estos ambientes fue la siguiente: K⁺: 9,5-29,0 mg L⁻¹; Ca⁺²: 14,0-20,7 mg L⁻¹; Mg²⁺: 39,0-68,0 mg L⁻¹; Na⁺: 281,0-387,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 79,5-289,0 mg L⁻¹.

Género *Sarscypridopsis* McKenzie, 1977

***Sarscypridopsis aculeata* (Costa, 1847)**

Lámina 3, figuras D - E.

1847 *Cypris aculeata* Costa. Costa, p. 11, Pl. 3, Fig. 5.

1990 *Sarscypridopsis aculeata* (Costa). Bertels y Martínez, Pl. 7, Fig. 6

1996 *Sarscypridopsis aculeata* (Costa). Cusminsky y Whatley, p. 152, Pl. 2, Fig. 15.

Material – 25 individuos adultos (hembras) y 7 individuos juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura D -Hembra VI.	0,781	0,545

Observaciones

Los ejemplares recuperados son similares a los descritos en la bibliografía (Meisch 2000, Karanovic 2012).

Distribución

Sarscypridopsis aculeata es una especie de distribución cosmopolita (Martens y Savatentalinton 2011), en la región Neotropical se registró en Argentina, Chile y Uruguay (Martens y Behen 1994, Schwalb et al 2002). En Argentina, se la encontró en secuencias cuaternarias del río Napostá Grande, Buenos Aires (Bertels y Martinez 1990) y la laguna Los Juncos (Cusminsky y Whatley 1996). Por otro lado, sólo se ha encontrado en ambientes actuales de Patagonia Norte (Schwalb *et al.* 2002).

A lo largo de este estudio, *S. aculeata* fue recuperada a partir de muestras de cinco ambientes actuales: lagunas Los Juncos, Punta de Agua Chica y Asansa, Arroyo Valcheta, y Charca Ea. La Esmeralda.

Ecología

Sarscypridopsis aculeata habita tanto en cuerpos de agua permanentes como temporarios. Es frecuente en aguas salobres, presentando un óptimo de salinidad de entre 5-10‰ y con preferencia por aguas enriquecidas en Na⁺ y Cl⁻ (Klie 1938, Ganning 1971, Meisch 2000). En Patagonia, Schwalb et al (2002) recuperó ejemplares de esta especie en ambientes con un moderado contenido de solutos y con abundante vegetación.

En este estudio *S. aculeata* se encontró en ambientes bajo los siguientes rangos de temperatura: 13,5-23,6 °C; pH: 8,3-9,9; concentración de oxígeno disuelto: 7,3-13,2 mg L⁻¹; conductividad: 1026-10950 µS cm⁻¹; y concentración iónica K⁺: 5,4-49,8 mg L⁻¹; Ca⁺²: 14,0-629,4 mg L⁻¹; Mg²⁺: 31,0-168,6 mg L⁻¹; Na⁺: 119,0-1633,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 68,0-1947,0 mg L⁻¹.

Subfamily Cyprinotinae Bronshtein, 1947**Género *Heterocypris* Claus, 1892*****Heterocypris hyalinus* Klie, 1930**

Lámina 3, figuras F - I.

1930 *Heterocypris hyalinus* Klie. Klie. Figs 14-16.

Material – 60 individuos adultos (28 machos y 32 hembras) y 23 individuos juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura F –Hembra VD.	1,205	0,636
Figura G –Hembra VD.	1,205	0,670
Figura H –Hembra VI.	1,250	0,648
Figura I –Macho VD.	0,987	0,500

Observaciones

Los ejemplares recuperados coinciden con las descripciones presentadas por Klie (1930). Para todos los sitios, se registraron hembras y machos.

Distribución

Heterocypris hyalinus está citada solo en la región Neotropical (Martens y Savatentalinton 2011). El único registro que existe hasta el momento de esta especie, es el realizado por Klie en 1930, donde la describe como especie nueva a partir de muestras actuales de Paraguay.

En esta tesis *H. hyalinus* estuvo presente en cinco ambientes actuales, las lagunas Colonia San Juan (estación 1 y 2), Ruta 250, La Araña y Charca Ea. La Esmeralda.

Ecología

Si bien no hay registros previos sobre las preferencias ecológicas de esta especie, en esta tesis *H. hyalinus* se registró en ambientes de aguas cálidas (17,3-

28,7 °C), con un amplio rango de pH (7,6-9,9), concentración de oxígeno disuelto (8,6-13,2 mg L⁻¹), conductividad (215-7090 µS cm⁻¹) y concentración iónica (K⁺: 1,2-48,0 mg L⁻¹; Ca²⁺: 24,0-55,4 mg L⁻¹; Mg²⁺: 2,6-71,4 mg L⁻¹; Na⁺: 43,0-1522,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 68,0-1947,0 mg L⁻¹).

***Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808)**

Lámina 3, figuras J - L.

1808 *Cypris incongruens* Ramdohr. Ramdohr, p. 86, Lám. 3, Figs. 1-12, 15-16, 19-20.

1996 *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Ferrero, p. 216, Lám. 1, Figs. 1 a, b.

2002 *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Schwalb *et al.*, Pl. 1, Fig. 10.

2005 *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Cusminsky *et al.*, Pl. 2, Fig. 8-9.

2006 *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Laprida, p. 191, Figs. 2 F, 4 L-O.

2014 *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). D'Ambrosio, Fig.4 C-D.

Material – 50 individuos adultos (hembras) y 18 individuos juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura J –Hembra VD.	1,523	0,818
Figura K –Hembra VD.	1,614	0,864

Observaciones

Los ejemplares recuperados fueron hembras y coinciden con las descripciones realizadas por Meisch (200), Schwalb *et al.* (2002) y Cusminsky *et al.* (2005). En los ejemplares descritos por Ferrero (1996) el margen dorsal es menos convexo que en los ejemplares muestreados en esta tesis.

Distribución

Heterocypris incongruens es una especie de distribución cosmopolita (Martens y Savatnalinton 2011), citada para varios países de la región Neotropical, *i.e.* Argentina, Brasil, Uruguay y Venezuela (Martens y Behen 1994). En Argentina, los

registros fósiles de esta especie provienen de secuencias cuaternarias del estuario del río Quequén Grande (Ferrero 1996) y la laguna La Brava (Laprida *et al.* 2014), en la provincia de Buenos Aires. En ambientes actuales, ha sido registrada en Buenos Aires (Ramirez 1967, Laprida 2006), Patagonia Norte (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005, 2011) y Mendoza (D'Ambrosio 2014).

H. incongruens fue registrada en nueve muestras actuales: Ea. Rinconada Mallín 1, Arroyo Aguas Arriba Salitral, El Cóndor 2, Charco Virgen de Guadalupe, Arroyo Valcheta, Chorillos Carrilauquén (1,2 y 3) y Vertiente Este Salitral Anzoategui.

Ecología

Heterocypris incongruens es frecuente en ambientes temporarios y pequeños cuerpos de agua permanentes. Asimismo, coloniza eficientemente ambientes eutróficos (Meisch 2000). Esta especie presenta amplios rangos de tolerancia, hallándose a elevadas salinidades (Löffler 1990) y bajas concentraciones de oxígeno (Meisch 2000).

En este estudio, *H. incongruens* se encontró bajo amplios rangos de temperatura: 12,0-23,5 °C; pH: 6,0-9,4; concentración de oxígeno disuelto: 2,7-11,2 mg L⁻¹; conductividad: 64-1390 µS cm⁻¹; y concentración iónica K⁺: 2,4-57,4 mg L⁻¹; Ca⁺²: 0,6-305,2 mg L⁻¹; Mg²⁺: 2,4-141,2 mg L⁻¹; Na⁺: 2,7-1800,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 7,4-3131,0 mg L⁻¹.

***Heterocypris salina* (Brady, 1868)**

Lámina 3, figuras M - O.

1868 *Cypris salina* Brady. Brady, 368, Pl. 28, Figs. 8-13.

1990 *Heterocypris salina* (Brady). Bertels y Martínez, Pl. 2, Fig. 14.

2014 *Heterocypris salina* (Brady). D'Ambrosio, Fig.7 B.

Material – 4 individuos adultos (hembras) y 1 individuo juvenil.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>	<i>Ancho</i>
Figura M –Hembra VD.	1,045	0,636	-
Figura N –Hembra VD.	1,068	0,659	-
Figura O – Hembra C.	1,057	-	0,477

Observaciones

Los ejemplares coinciden con las descripciones presentadas por Meisch (2000).

Distribución

Esta especie se encuentra en las regiones Neotropical, Neártica y Paleártica (Martens y Savatnalinton 2011). Particularmente en la región Neotropical, *H. salina* está presente en Argentina y Chile (Martens y Behen 1994). Para Argentina, los registros fósiles de *H. salina* provienen de secuencias cuaternarias del arroyo Napostá Grande (Buenos Aires; Bertels y Martinez 1990) y de la laguna Llancaleño (Mendoza; D'Ambrosio 2014). Por el contrario, no existen en el país citas de esta especie en ambientes actuales.

H. salina sólo fue recuperada en la Vertiente Salitral Anzoategui.

Ecología

Heterocypris salina con frecuencia habita ambientes someros y temporarios, con preferencias por aguas levemente salinas (Meisch 2000, Mischke *et al.* 2005) y enriquecidas en Na⁺ y Cl⁻ (Anadon *et al.* 1986).

En este estudio, *H. salina* habitó aguas cálidas (22,4 °C), levemente alcalinas (pH: 7,9), con una baja concentración de oxígeno disuelto (2,7 mg L⁻¹) y una alta conductividad (11390 µS cm⁻¹) y concentración iónica (K⁺: 57,4 L⁻¹; Ca⁺²: 305,2 mg L⁻¹; Mg²⁺: 141,2 mg L⁻¹; Na⁺: 1800,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 3131,0 mg L⁻¹).

Riocypris Klie, 1935**Riocypris sp 1**

Lámina 4, figuras A - G.

- 1902 *Eucypris sarsi* Daday. Daday, p. 294-296, Pl. 5, Figs. 1-7.
 1931 *Cypris fontana* Graf. Graf, p. 186, Fig. 1.
 1981 *Eucypris fontana* (Graf). De Deckker, p. 87-92, Pl. 8, Figs. 90, text-figs 1, 2.
 1996 *Eucypris fontana* (Graf). Cusminsky y Whatley, Pl. 2, Figs. 9-14.
 2002 *Eucypris fontana* (Graf). Schwalb *et al.*, Pl 1, Fig. 6, 8.
 2005 *Eucypris fontana* (Graf.) Cusminsky *et al.* Pl. 1. Fig. 16, 17 y 19.
 2012 *Eucypris fontana* (Graf.) Ramón Mercau *et al.* Fig. 4-2.
 2014 *Eucypris fontana* (Graf.) D'Ambrosio. Fig. 6 J-L.
 2015a *Eucypris fontana* (Graf). Ramos *et al.* Fig. 3.

Material – 20 individuos adultos (6 machos y 14 hembras) y 28 individuos juveniles

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>	<i>Ancho</i>
Figura A –Macho VD.	1,523	0,909	-
Figura B –Hembra VD.	1,602	0,943	-
Figura C –Macho C.	1,500	-	0,704
Figura D –Macho VI.	1,683	1,023	-
Figura F –Macho VD.	1,749	1,089	-

Descripción

En vista lateral, valvas subtriangulares, con la altura máxima situada en la región media. Borde dorsal marcadamente convexo, borde ventral levemente cóncavo. Margen anterior redondeado y posterior ligeramente acuminado. Superficie de las valvas lisa, con presencia de postulaciones (*porenwarzen*) en forma de hilera en el margen anterior. En vista dorsal, valva izquierda (VI) solapando levemente la valva derecha (VD). En vista interna, lamella interna bien desarrollada, sobretodo en la zona anterior. *Selva* desplazado hacia el interior en VD, periférico en VI. VI con un pronunciado desarrollo de la lista, principalmente en la zona anterior; VD con un menor desarrollo de este elemento. Charnela

adonta, formada por un surco en VI y una barra en VD. Distribución de las cicatrices musculares típica de la superfamilia Cypridae.

Observaciones

Eucypris fontana fue determinada en 1902 por Daday sobre muestras de sedimentos lacustres de Patagonia (Daday 1902). Posteriormente, se registró esta especie como *Cypris fontana* en muestras de Georgia del Sur (Graf 1931), redescribiéndosela años después como *E. fontana* (De Deckker 1981). Recientemente, Karanovic (2008) propuso incluir a esta especie dentro del género *Riocypris* Klie 1935, dado que sólo la valva derecha posee el *selvage* desplazado hacia el interior. Actualmente, la posición taxonómica de esta especie sigue en discusión.

La morfología de las valvas recuperadas en este estudio, y asignadas como *Riocypris* sp. 1, coinciden con las descripciones de ejemplares de *E. fontana* citados en Patagonia (Whatley y Cusminsky 1999, 2000; Markgraf et al. 2003, Cusminsky et al. 2005, Cusminsky et al. 2011, Ramón Mercau et al. 2012, Ramos et al. 2015). Asimismo, coinciden con la morfología de las valvas del recientemente determinado género *Argentocypris* (Díaz y Martens 2014). No obstante, a partir de los estudios quetotáxicos realizados en esta tesis, todos los individuos recuperados y diseccionados (n=38) de las muestras actuales mostraron la ausencia de la seta "c" en el primer toracópodo. Este carácter posee un importante valor diagnóstico, siendo considerado la sinapomorfía más importante de la subfamilia Eucypridinae (Martens 1989, Meish 2000, Karanovic 2012). Por dicha razón, su ausencia implica que esta especie no pertenece a la subfamilia Eucypridinae, y por lo tanto no correspondería a los géneros *Eucypris* ni *Argentocypris*.

Los ejemplares encontrados en esta tesis fueron asignados a la subfamilia Cyprinotinae, ya que presentan las características de este grupo, i.e. caparazón de 1-2 mm de largo, margen dorsal usualmente arqueado, con valvas frecuentemente asimétricas, anténulas con 7 segmentos, antenas usualmente con setas natatorias bien desarrolladas, toracópodo 1 con una placa vibratoria bien desarrollada, toracópodo 2 con 5 segmentos y toracópodo 3 (pata limpiadora) con órgano de Pincer, furca bien desarrollada con ambas uñas y setas presentes y *attachment* simple (Meisch 2000, Karanovic 2012).

Dentro de esta subfamilia, los individuos fueron asignados al género *Riocypris*, dado que carecen de tubérculos en los márgenes de las valvas, poseen ambas setas “d1” y “d2” en el toracópodo 2 y el selvage se encuentra desplazado interiormente en VD, siendo marginal en VI (Karanovic 2008, 2012). Asimismo, esta especie no se corresponde con la diagnosis de *E. fontana* - *Riocypris fontana* según Karanovic (2008), dado que en la descripción realizada por De Deckker (1981) se considera como caracter diagnóstico de la especie la ausencia de la seta anterior en la furca derecha, la cual se encontró en todos los ejemplares recuperados en esta tesis.

Distribución

Esta especie se encuentra en secuencias del Cuaternario de Patagonia (Whatley y Cusminsky 1999; 2000; Markgraf *et al.* 2003; Cusminsky *et al.* 2011; Ohlendorf *et al.* 2014) y Mendoza (D’Ambrosio 2014). A su vez, presenta una amplia distribución en ambientes actuales de la región patagónica, frecuentemente en poblaciones bisexuales (Cusminsky y Whatley, 1996; Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.*, 2005; Ramón- Mercau *et al.*, 2012).

En este estudio *Riocypris* sp. 1 fue registrada en los testigos El Toro y CLG 99-5b y en las muestras actuales provenientes de la lagunas La Vertiente y El Toro.

Ecología

El género *Riocypris* consta de tres especies: *R. fitroyi*, *R. hinzeae* y *R. uruguayensis*. Las dos primeras se registraron en pozones de zonas áridas de Australia, mientras que *R. uruguayensis* se encontró en ambientes dulceacuícolas linderos al Río de la Plata en Uruguay (Klie 1935).

En Patagonia, Schwalb *et al.* (2002), Markgraf *et al.* (2003) y Cusminsky *et al.* (2005) han registrado a esta especie tanto en lagos efímeros como permanentes, alcanzando en estos últimos sus máximas abundancias. Se la caracterizó como una especie limnética a mesohalina, que habita aguas con un amplio rango de salinidad y composición de solutos (*i.e.* 35 mg L⁻¹ a 23760 mg L⁻¹ sólidos disueltos totales) (Ramón Mercau *et al.* 2012).

En este estudio, *Riocypris* sp.1 se registró en ambientes de aguas alcalinas (pH: 8,6-9,6) y conductividad variable (1460-15500 µS cm⁻¹), con una temperatura entre 10,7 y 17,8 °C y una concentración de oxígeno disuelto de 9,5 a 10,6 mg L⁻¹.

Adicionalmente se la muestreó en aguas bajo la siguiente concentración iónica K⁺: 22,2 mg L⁻¹; Ca²⁺: 61,0 mg L⁻¹; Mg²⁺: 51,0 mg L⁻¹; Na⁺: 204,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 94,0 mg L⁻¹.

***Riocypris* sp. 2**

Lámina 4, figuras H - O.

2005 *Eucypris fontana* (Graf.) Cusminsky *et al.* Pl. 1. Fig. 18.

Material – 10 individuos adultos (hembras) y 12 individuos juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>	<i>Ancho</i>
Figura H –Hembra VI.	1,523	0,784	-
Figura I –Hembra C.	1,568	-	0,703
Figura J –Hembra VI.	1,614	0,818	-
Figura K –Hembra VD.	1,602	0,795	-
Figura M –Hembra VI	1,432	0,773	-

Descripción

En vista lateral, valvas elongadas, con la altura máxima situada en la región media. Borde dorsal levemente convexo, borde ventral recto. Margen anterior subredondeado y margen posterior levemente acuminado. Superficie de las valvas lisa, con presencia de postulaciones (*porenwarzen*) en forma de hilera en el margen anterior. En vista dorsal, valva izquierda (VI) solapando levemente la valva derecha (VD). En vista interna, lamela interna bien desarrollada, especialmente en la zona anterior. *Selvage* desplazado hacia el interior en VD, periférico en VI. VI con una lista bien desarrollada, principalmente en la zona anterior; VD con un marcado menor desarrollo de este elemento. Charnela adonta, formada por un surco en VI y una barra en VD. Distribución de las cicatrices musculares típica de la superfamilia Cyprididae.

Observaciones

La morfología de las valvas de los ejemplares identificados como *Riocypris* sp.2 coincide con una de las descripciones de *E. fontana* citados en Patagonia (Cusminsky et al. 2005, Pl.1 Fig. 18). Sin embargo, el análisis de las partes blandas de los individuos recuperados mostró la ausencia de la seta “c” en el primer toracópodo, por lo cual esta especie no pertenecería a la subfamilia Eucypridinae, y en consecuencia al género *Eucypris*. Asimismo, dicho análisis indicó que los individuos analizados poseen características propias de la subfamilia Cyprinotinae y del género *Riocypris*, i.e. caparazón de 1-2 mm de largo, margen dorsal usualmente arqueado, con valvas frecuentemente asimétricas y sin tubérculos en los márgenes, selvage desplazado interiormente en VD y marginal en VI, anténulas con 7 segmentos, antenas usualmente con setas natatorias bien desarrolladas, toracópodo 1 con una placa vibratoria bien desarrollada, toracópodo 2 con 5 segmentos y setas “d1” y “d2”, toracópodo 3 (pata limpiadora) con órgano de Pincer, furca bien desarrollada con ambas uñas y setas presentes y *attachment* simple (Meisch 2000, Karanovic 2008, 2012).

A su vez, el estudio comparativo realizado sobre la morfología de las valvas y los apéndices de *Riocypris* sp. 2 indicó que ésta es una especie diferente a *Riocypris* sp. 1. *Riocypris* sp. 2 presenta una mayor relación largo:alto en las valvas, un borde anterior menos redondeado, un margen posterior más acuminado y el selvage está más desplazado hacia el interior en la VD. Respecto a las diferencias observadas en los apéndices, *Riocypris* sp. 2 posee anténulas formadas por segmentos más estilizados, de un mayor largo que los de *Riocypris* sp. 1; la base de la seta ventrodiscal ubicada en el 3° segmento de la antena presenta un agrandamiento de tipo esférico, siendo levemente distendido en *Riocypris* sp. 1. La relación entre el largo de las setas “d1” y “d2” del toracópodo 2 es menor en *Riocypris* sp. 2 (4-6) mientras que en *Riocypris* sp. 1 es de 6 a 8.

Asimismo, esta especie tampoco corresponde con la diagnosis de *E. fontana* – *R. fontana* (Karanovic 2008), dado que en la descripción de la especie se considera como caracter diagnóstico la ausencia de la seta anterior en la furca derecha, la cual se encontró en todos los ejemplares recuperados en esta tesis por (De Deckker 1981).

Distribución

El género se encuentra distribuido en Australia (2 especies) y Sudamérica (1 especie) (Karanovic 2012).

Esta especie se registró en las muestras actuales de la laguna Los Juncos.

Ecología

Riocypris sp. 2 se registró en aguas templadas (13,5 °C) y alcalinas (pH: 9,5), con una concentración de oxígeno disuelto de 7,3 mg L⁻¹ y una conductividad de 1220µS cm⁻¹. Este ambiente presentó la siguiente concentración iónica K⁺: 29,0 mg L⁻¹; Ca⁺²: 20,7 mg L⁻¹; Mg²⁺: 68,0 mg L⁻¹; Na⁺: 281,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 79,5 mg L⁻¹.

Subfamily Eucypridinae Bronshtein, 1947**Género *Amphicypris* Sars, 1901*****Amphicypris argentinensis* Fontana y Ballent, 2005**

Lámina 5, figuras A - C.

2005 *Amphicypris argentinensis* Fontana y Ballent. Fontana y Ballent, p. 189-195, Figs 2 A-F.

Material –10 individuos adultos (4 machos y 6 hembras).

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura A –Hembra VI.	3,575	1,800
Figura B –Hembra VI.	4,050	2,00
Figura C –Macho VD.	4,175	2,150

Observaciones

Los ejemplares recuperados, machos y hembras, coinciden con las descripciones presentadas por Fontana y Ballent (2005).

Distribución

Amphicypris argentinensis posee un único registro, proveniente de la región Neotropical (Martens y Savatnalinton 2011). Esta especie fue descrita a partir de

sedimentos recolectados de la Laguna Caliba, en la costa de la provincia de Buenos Aires (Fontana y Ballent 2005).

En el marco de tesis, se encontraron ejemplares de esta especie en las lagunas Punta de Agua Grande y Chica, en las cercanías de la ciudad de Valcheta.

Ecología

La laguna Caliba es un cuerpo de agua efímero, de temperatura y conductividad elevadas (23,6°C y 8,9 mS cm⁻¹, Fontana y Ballent 2005).

En esta tesis, *A. argentinensis* se recuperó en ambientes caracterizados por aguas cálidas (20,3-20,8 °C) y alcalinas (pH: 9,9), con una concentración de oxígeno disuelto de 8,7 a 11,8 mg L⁻¹. Dichos ambientes presentaron, además, una moderada conductividad (1738-2200 µS cm⁻¹) y concentración iónica (K⁺: 9,5-14,9 mg L⁻¹; Ca⁺²: 14,0 mg L⁻¹; Mg²⁺: 39,0-42,0 mg L⁻¹; Na⁺: 287,0-387,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 223,0-289,0 mg L⁻¹).

***Amphicypris nobilis* Sars, 1901**

Lámina 5, figuras D - F.

1901 *Amphicypris nobilis* Sars, Sars, p. 18, Pl. IV.

2002 *Amphicypris nobilis* Sars. Schwalb *et al.* Pl.1, Fig. 11.

2005 *Amphicypris nobilis* Sars. Cusminsky *et al.*, 437, Pl.1, Fig. 15.

Material – 12 individuos adultos (6 machos y 6 hembras) y 4 individuos juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto (</i>
Figura D –Macho VD.	2,370	1,130
Figura E– Hembra VD.	2,280	1,230
Figura F– Macho VI.	2,667	1,367

Observaciones

Se encontraron tanto ejemplares machos como hembras de esta especie. Las características para ambos sexos coinciden con las descritas por Sars (1901).

Distribución

Amphicypris nobilis se distribuye en las regiones Neártica, Neotropical y Paleártica (Martens y Savatnalinton 2011). Dentro de la región Neotropical, esta especie se encuentra registrada en Argentina, Chile, Uruguay y Bolivia (Mourguiart y Roux 1990; Martens y Behen 1994; Mourguiart y Carbonel 1994; Schwalb *et al.* 1999). Los registros de Argentina comprenden sólo muestras actuales, provenientes del área de Tupungato (Mendoza, Méhes 1914) y Patagonia (Pérez *et al.* 2002; Schwalb *et al.* 2002; Cusminsky *et al.* 2005; Jara y Perotti 2009).

En este estudio, *A. nobilis* estuvo presente en la secuencia del testigo CLG 99-5b; y en las muestras actuales provenientes de la laguna Fantasma y el chorrillo El Cóndor 1.

Ecología

En ambientes patagónicos, *A. nobilis* es una especie característica de manantiales y chorrillos vegetados (Schwalb *et al.* 2002), con aguas de bajo contenido iónico. Se registró a esta especie bajo las siguientes concentraciones: Ca²⁺: 19,93 – 50,86 mg L⁻¹; Na: 20,76 – 41,91 mg L⁻¹; K⁺: 1,81– 11,76 mg L⁻¹; Mg²⁺: 12,00 – 23,31 mg L⁻¹; Cl: 5,36 – 14,63 mg L⁻¹ y SO²⁻₄: 1,76 – 906,14 mg L⁻¹ (Cusminsky *et al.* 2005).

En esta tesis *A. nobilis* estuvo presente en aguas de temperaturas variables (11,3-22,7°C), pH de levemente ácido a neutro (pH:6,0-7,4) y moderada concentración de oxígeno disuelto (7,0-7,4 mg L⁻¹). Asimismo, estos ambientes presentaron una baja conductividad (70-75 µS cm⁻¹) y concentración iónica (K⁺: 0,8-6,2 mg L⁻¹; Ca²⁺: 0,3-5,5 mg L⁻¹; Mg²⁺: 2,3-2,6 mg L⁻¹; Na⁺: 4,5-7,1 mg L⁻¹ y Cl⁻: 3,5-11,5 mg L⁻¹).

Género *Eucypris* Vávra, 1891***Eucypris virens* (Jurine, 1820)**

Lámina 5, figuras G - I.

1820 *Monoculus virens* Jurine. Jurine, p. 174, Pl. 18, Figs. 15-16.1868 *Cypris virens* (Jurine). Brady, p. 364, Pl. 23, Fig. 23-32.1947 *Eucypris virens* (Jurine). Bronshtein, p. 141, Figs. 44 1-7, Pl. 4, Fig. 81996 *Eucypris virens* (Jurine). Cusminsky y Whatley, p. 148-149, Pl. 1, Fig. 16.2000 *Eucypris virens* (Jurine). Smith y Martens, p. 61-68, Pl. 23, Fig. 1.2015 *Eucypris virens* (Jurine). Coviaga *et al.*, Figs. 2 E-F.**Material** – 30 individuos adultos (hembras) y 17 individuos juveniles.**Dimensiones**

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>	<i>Ancho</i>
Figura G –Hembra VI.	2,023	1,205	-
Figura H –Hembra VI.	1,730	0,850	-
Figura I – Hembra C.	2,011	-	1,000

Observaciones

Los ejemplares recuperados coinciden con las descripciones presentadas por Smith y Martens (2000).

Distribución

Eucypris virens es una especie distribuida ampliamente a nivel mundial (Martens y Savatnalinton 2011), sin embargo posee escasos registros en la región Neotropical. El único registro fósil de esta especie fue obtenido en sedimentos cuaternarios de la laguna Los Juncos (Whatley y Cusminsky 1996). Respecto a sus registros actuales, sólo está citada para ambientes localizados en el sector noroeste de Patagonia (Coviaga *et al.* 2015).

En este estudio *E. virens* fue la especie de mayor ocurrencia, se encontró en 12 ambientes actuales: Ñireco, Teleférico, Cóndor 2, Los Juncos, Fantasma, Fortín Chacabuco, Rinconada 15, Ea. Rinconada Mallín 1, Refugio de Jesús, Arroyo La Fragua, Punta de Agua Grande y Bañados Puente Choele Choele.

Ecología

Eucypris virens habita una gran variedad de ambientes (Meisch 2000), con salinidades entre 0 a 5 ‰ (Hiller 1972). Esta especie, caracterizada como euriterma, presenta una marcada tolerancia frente a aguas eutróficas (Mezquita *et al.* 1999b, Meisch 2000). En Patagonia se la registró bajo amplios rangos de temperatura (2,3 – 20,6 °C), concentración de oxígeno disuelto (4,7 – 15,4 mg L⁻¹), conductividad (53,5 – 506 µS cm⁻¹) y pH (7 – 8,9) (Coviaga *et al.* 2015).

En este estudio *E. virens* se muestreó en ambientes de dísimiles características, indicando que la misma se encuentra bajo amplios rangos de temperatura (8,1-21,7 °C), pH (6,0-9,9), concentración de oxígeno disuelto (3,9-17,5 mg L⁻¹) conductividad (59-2040 µS cm⁻¹), y concentración iónica (K⁺: 0,4-29,0 mg L⁻¹; Ca⁺²: 0,6-24,0 mg L⁻¹; Mg²⁺: 2,3-68,0 mg L⁻¹; Na⁺: 2,4-287,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 3,0-239,0 mg L⁻¹).

***Eucypris virgata* Cusminsky y Whatley, 1996**

Lámina 5, figura J - L.

1996 *Eucypris virgata* Cusminsky y Whatley, Cusminsky y Whatley, p. 149, Pl. 1, Figs. 17-18; Pl. 2, Figs. 1-3.

2002 *Eucypris virgata* Cusminsky y Whatley, Schwalb *et al.* Pl. 1, Fig. 4.

2005 *Eucypris virgata* Cusminsky y Whatley, Cusminsky *et al.*, p. 440, Pl. 2, Fig. 5-7.

2012 *Eucypris virgata* Cusminsky y Whatley, Ramón Mercáu *et al.* Fig. 4, 1.

Material – 5 valvas juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura J –Juvenil VD.	1,220	0,743
Figura K –Juvenil VI.	1,295	0,785
Figura L –Juvenil VI.	0,812	0,348

Observaciones

Los ejemplares recuperados coinciden con las descripciones presentadas por Cusminsky y Whatley (1996).

Distribución

Esta especie presenta una distribución Neotropical. Fue descrita por primera vez a partir de sedimentos holocénicos de las lagunas La Salina y Los Juncos (Cusminsky y Whatley 1996). Posteriormente, se la recuperó en muestras cuaternarias de la región de Cari-Laufquen (Whatley y Cusminsky 1999, 2000; Pineda 2008, Cusminsky *et al.* 2011), lago Cardiel (Markgraf *et al.* 2003, Cusminsky *et al.* 2011) y las lagunas Llanquanelo (D'Ambrosio 2014) y Cháltel (Ohlendorf *et al.* 2014). Los registros actuales de *E. virgata* provienen de ambientes localizados en el norte y sur de Patagonia (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005, Ramón Mercau *et al.* 2012).

En esta tesis, *E. virgata* se recuperó en los dos testigos analizados (El Toro y CLG 99-5b) y en las muestras actuales de la laguna Ñeluan.

Ecología

Eucypris virgata es una especie eurihalina, con amplios rangos de tolerancia respecto a la composición y concentración iónica de las aguas que habita (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005, Ramón Mercau *et al.* 2012). En Patagonia Norte habita aguas con las siguientes concentraciones iónicas Ca^{+2} : 8,79 – 58,51 mg L⁻¹; Na: 20,76 – 8687,97 mg L⁻¹; K⁺: 2,18– 265,3 mg L⁻¹; Mg²⁺: 12,00 – 324,15 mg L⁻¹; Cl⁻: 5,36 – 8200,24 mg L⁻¹ y SO_4^{-2} : 1,76 – 6403,74 mg L⁻¹ (Cusminsky *et al.* 2005).

En este estudio, *E. virgata* fue encontrada en aguas con las siguientes características, temperatura: 15,3 °C; pH: 8,9; concentración de oxígeno disuelto: 6,7 mg L⁻¹; conductividad: 998 $\mu\text{S cm}^{-1}$; K⁺: 11,6 mg L⁻¹; Ca^{+2} : 28,0 mg L⁻¹; Mg²⁺: 37,0 mg L⁻¹; Na⁺: 132,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 52,0 mg L⁻¹.

Género *Tonnacypris* Diebel & Pietrzeniuk, 1975***Tonnacypris lutaria* (Koch, 1838)**

Lámina 5, figuras M - O.

1838 *Cypris lutaria* Koch.1912 *Eucypris lutaria* (Koch). Müller, p. 171, Fig. 51.1925 *Prionocypris lutaria* (Koch). Sars, p. 130, Fig. 60 1.1947 *Eucypris lutaria* (Koch). Bronstein, p. 124, Fig. 52.1975 *Tonnacypris lutaria* (Koch). Diebel y Pietrzeniuk, p. 88.2009 *Tonnacypris lutaria* (Koch). Van der Meeren *et al.*, p. 30-33, Fig. 19, A-D.2015 *Tonnacypris lutaria* (Koch). Coviaga *et al.* Fig. 2, G-I.**Material** – 17 individuos adultos (hembras) y 3 individuos juveniles.**Dimensiones**

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura M –Hembra VI.	2,094	1,037
Figura N –Hembra VI.	1,994	1,035

Observaciones

Los ejemplares recuperados coinciden con las descripciones presentadas por Van der Meeren *et al.* (2009).

Distribución

Tonnacypris lutaria se distribuye principalmente en la región Paláertica (Martens y Savatentalinton 2011). No obstante, recientemente se ha citado a esta especie por primera vez en la región Neotropical, a partir de muestras actuales de Patagonia Norte (Coviaga *et al.* 2015).

A lo largo de este estudio, *T. lutaria* fue recuperada exclusivamente de muestras actuales: Ñireco, Teleférico, Charco Los Juncos, Reserva El Foyel, Mallín Grande, Steffen 2, Rinconada 15 y Refugio de Jesús.

Ecología

Tonnacypris lutaria está definida como una especie de aparición temprana, con preferencias por aguas de baja salinidad y temperaturas frías (Meisch 2000;

Altinsaçlı 2001; Külköylüoğlu y Yılmaz 2006; Van der Meeren *et al.* 2009). En Patagonia, fue muestreada a inicios de la primavera, bajo condiciones de alta concentración de oxígeno disuelto ($10,8 - 12,3 \text{ mg L}^{-1}$) y bajos valores de conductividad ($53,5 - 280 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$) y temperatura ($4,0 - 5,6 \text{ } ^\circ\text{C}$) (Coviaga *et al.* 2015).

En esta tesis, *T. lutaria* se halló en sitios de aguas frías-templadas ($8,1-18,0 \text{ } ^\circ\text{C}$), relativamente neutras (pH: 6,8-7,4), con una concentración de oxígeno disuelto entre 6,0 a 17,5 mg L^{-1} . Esta especie se registró en ambientes de baja conductividad ($24-149,7 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$) y concentración iónica (K^+ : 0,12-5,5 mg L^{-1} ; Ca^{2+} : 3,3-21,3 mg L^{-1} ; Mg^{2+} : 0,3-9,4 mg L^{-1} ; Na^+ : 2,4-12,8 mg L^{-1} y Cl^- : 2,0-12,4 mg L^{-1}).

Subfamily Herpetocypridinae Kaufmann, 1900

Género *Herpetocypris* Brady & Norman, 1889

Herpetocypris intermedia Kaufmann, 1900

Lámina 6, figuras A - D.

1900 *Herpetocypris intermedia* Kaufmann. Kaufmann, p. 288, Pl. 16, Figs. 8-9, Pl. 21, Figs. 1-4.

1999a *Herpetocypris intermedia* Kaufmann. Mezquita *et al.* Pl. 1, Fig. L-O.

1999b *Herpetocypris intermedia* Kaufmann. Mezquita *et al.* Pl. 2, Fig. F-G.

Material –4 individuos adultos (1 macho y 3 hembras).

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo (cm)</i>	<i>Alto (cm)</i>
Figura A –Hembra VI.	1,943	0,818
Figura B –Hembra VI.	2,159	0,932
Figura C –Hembra VD.	1,841	0,733
Figura D –Hembra VD.	2,022	0,864

Observaciones

Los ejemplares recuperados, machos y hembras, coinciden con las descripciones presentadas por Meisch (2000) y Karanovic (2012).

Distribución

Herpetocypris intermedia se encuentra distribuida exclusivamente en la región Paleártica (Martens y Savatnalinton 2011), siendo esta tesis su primer registro en la región Neotropical.

En esta tesis, *H. intermedia* fue encontrada en las muestras actuales provenientes del Arroyo Valcheta y Laguna La Araña.

Ecología

Mezquita *et al.* (1999a) la definieron como una de las principales especies en ambientes de aguas carbonatadas, de temperatura relativamente fría y baja mineralización. Asimismo, observó que *H. intermedia* resiste bajas concentraciones de oxígeno, lo que permite su ocurrencia en ambientes con un alto contenido de materia orgánica (Mezquita, *et al.* 1999 a, b).

En esta tesis *H. intermedia* se encontró bajo los siguientes rangos de temperatura: 8,9-23,4 °C; pH: 7,7-8,6; oxígeno disuelto: 8,6-11,6 mg L⁻¹; conductividad: 525-1026 μS cm⁻¹ y concentraciones iónicas: K⁺: 1,2-5,4 mg L⁻¹; Ca²⁺: 49,7-51,0 mg L⁻¹; Mg²⁺: 13,1-31,0 mg L⁻¹; Na⁺: 43,0-119,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 15,0-68,0 mg L⁻¹.

Familia Ilyocyprididae Kaufmann, 1900**Subfamilia Ilyocypridinae Kaufmann, 1900****Género *Ilyocypris* Brady & Norman, 1889*****Ilyocypris ramirezi* Cusminsky y Whatley, 1996**

Lámina 6, figuras E - I.

1996 *Ilyocypris ramirezi* Cusminsky y Whatley. Cusminsky y Whatley, p. 148, Pl. 1, Figs. 11-14.

2002 *Ilyocypris ramirezi* Cusminsky y Whatley, Shcwalb *et al.*, Pl. 1, Fig. 12.

2005 *Ilyocypris ramirezi* Cusminsky y Whatley, Cusminsky *et al.*, p. 444, Pl. 3, Fig. 6-8.

2012 *Ilyocypris ramirezi* Cusminsky y Whatley, Ramón-Mercau *et al.*, Fig. 4, 4.

2014 *Ilyocypris ramirezi* Cusminsky y Whatley, D'Ambrosio, p. 33, Fig. 2, A-J.

2015 *Ilyocypris ramirezi* Cusminsky y Whatley, D'Ambrosio *et al.*, p. 61-65, Fig. 2, A-J.

Material - 50 individuos adultos (hembras) y 6 individuos juveniles.

Dimensiones

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura E -Hembra VD.	0,705	0,432
Figura F -Hembra VD.	0,864	0,432
Figura G -Hembra VD.	0,770	0,400
Figura I -Hembra VD.	0,832	0,470

Observaciones

La morfología de las valvas de los ejemplares muestreados corresponde con la descripción de Cusminsky y Whatley (1996). Asimismo, la morfología de los apéndices coinciden con la descripción de D'Ambrosio *et al.* (2015).

Distribución

Esta especie se encuentra distribuida dentro de la región Neotropical. Fue descrita por primera vez a partir de sedimentos Cuaternarios de las lagunas Los Juncos y La Salina, provincia de Río Negro (Cusminsky y Whatley 1996). Posteriormente se la recuperó en secuencias holocénicas provenientes del lago

Cardiel (Markgraf et al 2003) y de la laguna Llanquanelo (D'Ambrosio 2014). Los registros actuales de esta especie provienen de la región Norte y Sur de Patagonia (Schwalb et al. 2002, Cusminsky et al. 2005, Ramón Mercau et al. 2012), Buenos Aires (Laprida 2006) y Mendoza (D'Ambrosio 2014, D'Ambrosio et al. 2015)

En esta tesis *I. ramirezi* estuvo presente en las dos secuencias holocénicas analizadas (testigos CLG 99-5b y El Toro) y en 8 ambientes actuales, Arroyo Valcheta, Punta de Agua Grande y Chica, Chorrillos Carrilauquén 1 y 3, Laguna Colonia San Juan (Estación 2), Acequia Ea. La Fueguina y Laguna La Araña.

Ecología

Ilyocypris ramirezi se encuentra en una gran variedad de ambientes patagónicos, siendo el taxón dominante en manantiales, vertientes y chorrillos (Schwalb et al. 2002, Cusminsky et al. 2005) y la única especie hallada en ambientes de alta energía como arroyos (Schwalb et al. 2002). En Patagonia Norte, *I. ramirezi* se encontró en aguas con las siguientes concentraciones iónicas; Ca⁺²: 11,79 – 27,97 mg L⁻¹; Na: 32,02 – 8687,97 mg L⁻¹; K⁺: 1,81– 127,81 mg L⁻¹; Mg²⁺: 12,00 – 324,13 mg L⁻¹; Cl⁻: 9,53 – 8200,24 mg L⁻¹ y SO⁻²⁴: 3,61 – 6403,74 mg L⁻¹ (Cusminsky et al. 2005). Por esto, es considerada una especie eurihalina, con una amplia tolerancia respecto a la concentración y composición iónica de las aguas que habita (Cusminsky et al. 2011). No obstante pareciera ser más abundante en aguas de baja salinidad (Ramón Mercau et al. 2012). En la provincia de Mendoza, fue muestreada en ambientes dulceacuícolas a sub-salinos (salinidad entre 0,2-2,7 mg L⁻¹), alcalinos, bajo un amplio rango de temperaturas (0,1 y 29,5 °C), conductividad (0,8 y 5,1 mS cm⁻¹) y saturación de oxígeno disuelto (20 y 170%) (D'Ambrosio et al. 2015).

En este estudio *I. ramirezi* se encontró en ambientes de elevada energía (e.g. chorrillos, canales) y temperaturas cálidas (18,1-28,6 °C). Esta especie estuvo presente en aguas con un amplio rango de pH (7,6-9,9), oxígeno disuelto (7,2-11,8 mg L⁻¹), conductividad (215-2200 µS cm⁻¹) y concentración iónica (K⁺: 1,2-14,9 mg L⁻¹; Ca⁺²: 14,0-51,0 mg L⁻¹; Mg²⁺: 2,6-42,0 mg L⁻¹; Na⁺: 16,0-387,0 mg L⁻¹ y Cl⁻: 14,0-289,0 mg L⁻¹).

Familia Notodromadidae Kaufmann, 1900**Subfamilia Notodromadinae Kaufmann, 1900****Género *Newnhamia* King, 1855*****Newnhamia patagonica* (Vávra, 1898)**

Lámina 6, figuras J - L.

- 1898 *Notodromas patagonica* Vavra, p. 5, Fig. 1, 1-11.
 1905 *Notodromas patagonica* Vavra. Daday, p. 269, Table 1.
 1967 *Notodromas patagonica* Vavra. Ramirez, p. 53.
 1994 *Newnhamia patagonica* (Vavra). Martens y Behen, p. 39.
 2002 *Newnhamia* sp. (Vávra), Schwalb *et al.*, Pl. 1, Fig. 5.
 2005 *Newnhamia patagonica* (Vávra), Cusminsky *et al.*, Pl. 3, Fig. 9-15.

Material – 5 valvas adultas.**Dimensiones**

<i>Descripción de figuras</i>	<i>Largo</i>	<i>Alto</i>
Figura J –Hembra VD.	0,471	0,356
Figura L –Hembra VI.	0,548	0,436

Observaciones

Los ejemplares muestreados corresponden con la descripción de Cusminsky y Whatley (1996).

Distribución

Newnhamia patagonica es una especie de distribución Neotropical (Martens y Savatentalinton 2011), descrita originalmente a partir de muestras actuales de Puerto Arenas, al sur de Chile (Vavrá 1898). A latitudes similares en el lado argentino, esta especie fue hallada en sedimentos lacustres recientes de Patagonia (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005).

En esta tesis, *N. patagonica* fue recuperada en el testigo CLG 99-5b y en las muestras actuales provenientes de las lagunas Ñeluan y Punta de Agua Grande.

Ecología

Dadas las escasas citas de esta especie, aún se desconocen sus características ecológicas. Sin embargo, se postula que el género habita preferentemente cuerpos de agua de baja energía y levemente salinos (Karanovic 2012). En Patagonia Norte, *N. patagonica* fue recuperada en ambientes bajo las siguientes concentraciones iónicas Ca^{2+} : 8,67 – 50,86 mg L⁻¹; Na: 20,76 – 1740,70 mg L⁻¹; K^{+} : 3,27– 11,76 mg L⁻¹; Mg^{2+} : 8,23 – 24,57 mg L⁻¹; Cl: 5,36 – 1112,70 mg L⁻¹ y SO_4^{2-} : 1,76 – 565,71 mg L⁻¹ (Cusminsky *et al.* 2005).

En esta tesis *N. patagonica* se halló en aguas templado-cálidas (15,3-20,3 °C) y alcalinas (pH: 8,9-9,9), con una concentración de oxígeno disuelto entre 6,7 y 11,8 mg L⁻¹. Dichos ambientes presentaron valores moderados de conductividad (998-1738 $\mu\text{S cm}^{-1}$) y concentración iónica (K^{+} : 9,5-11,6 mg L⁻¹; Ca^{2+} : 14,0-28,0 mg L⁻¹; Mg^{2+} : 37,0-42,0 mg L⁻¹; Na^{+} : 132,0-287,0 mg L⁻¹ y Cl: 52,0-223,0 mg L⁻¹).

Láminas

Lámina 1

A – G. *Limnocythere cusminskyae* Ramón-Mercau *et al.*, 2014. (Escala = 200µm).

- A. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
- B. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha.
- C. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha, detalle zona posterior.
- D. Hembra adulta, vista dorsal caparazón. La flecha indica la zona anterior.
- E. Macho adulto, vista dorsal caparazón. La flecha indica la zona anterior.
- F. Macho adulto, vista lateral externa valva derecha.
- G. Macho adulta, vista lateral interna valva izquierda.

H – J. *Limnocythere patagonica* Cusminsky y Whatley, 1996. (Escala = 200µm).

- H. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda.
- I. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda.
- J. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda, detalle cicatrices musculares (Escala = 20µm).

K – O. *Limnocythere rionegroensis* Cusminsky y Whatley, 1996. (Escala = 200µm).

- K. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
- L. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
- M. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha.
- N. Macho adulto, vista lateral externa valva izquierda.
- Ñ. Macho adulto, vista lateral interna valva izquierda.
- O. Hembra adulta, vista dorsal caparazón. La flecha indica la zona anterior.

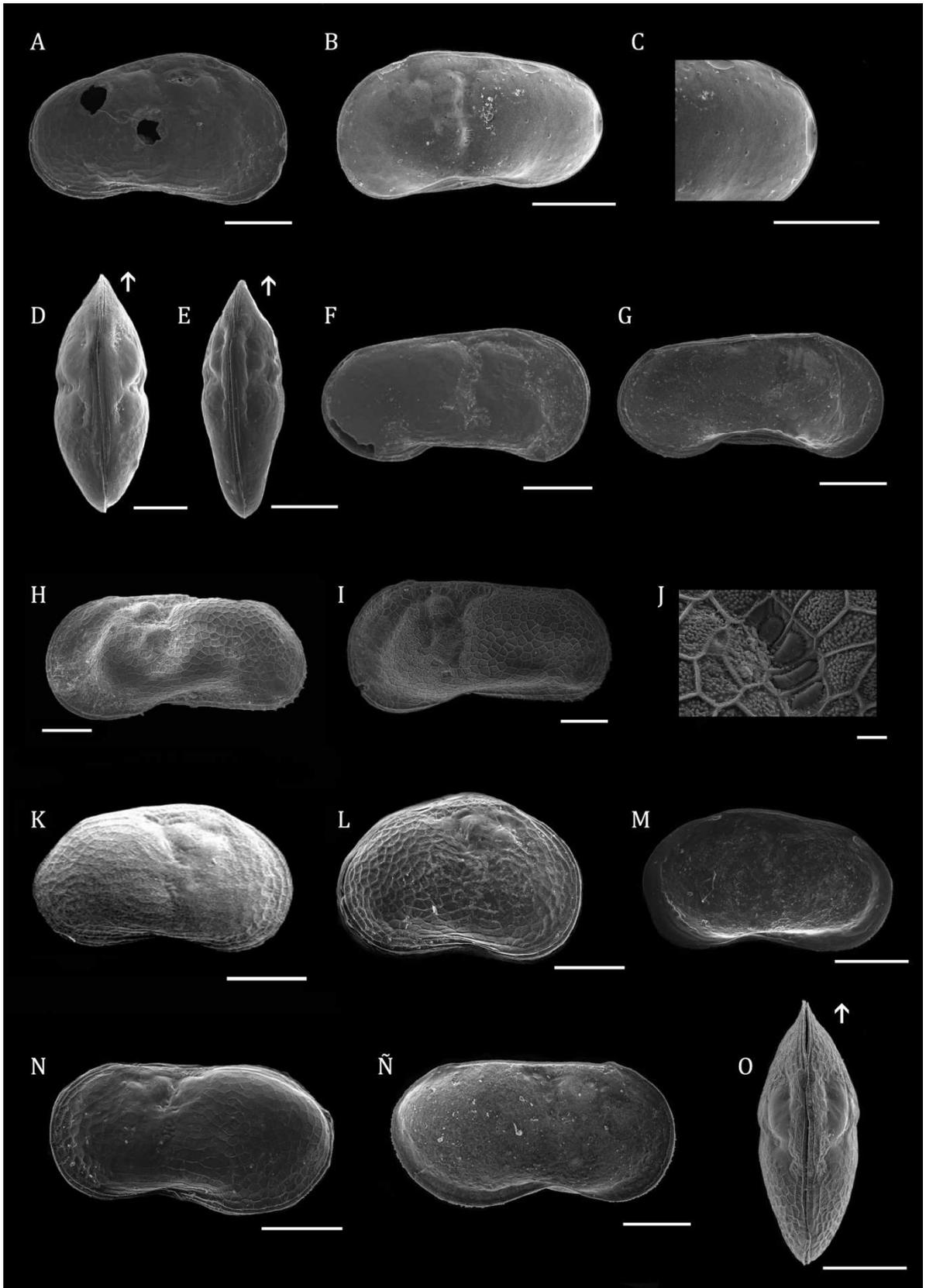


Lámina 2

- A - C. *Penthesilenula araucana* (Löffler, 1961). (Escala = 200µm).
- A. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda.
 - B. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda.
 - C. Hembra adulta, vista dorsal caparazón. La flecha indica la zona anterior.
- D. *Candobrasilopsis brasiliensis* (Sars, 1901). (Escala = 200µm).
- D. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
- E - F. *Bradleystrandesia fuscata* (Jurine, 1820). (Escala = 200µm).
- E. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
 - F. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha.
- G - H. *Chlamydotheca incisa* (Claus, 1892). (Escala = 200µm).
- G. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
 - H. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha.
- I - L. *Cypris pubera* O.F. Müller, 1776.
- I. Hembra adulta, vista lateral externa caparazón. (Escala = 200µm).
 - J. Hembra adulta, vista lateral externa caparazón, detalle espina postero-ventral. (Escala = 50µm).
 - K. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha. (Escala = 200µm).
 - L. Hembra adulta, vista dorsal caparazón; UNC-PMIC. (Escala = 200µm). La flecha indica la zona anterior.
- M - N. *Cypridopsis vidua* (O.F. Müller, 1776). (Escala = 200µm).
- M. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
 - N. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda.
- O. *Potamocypris smaragdina* (Vávra, 1891). (Escala = 200µm).
- O. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda.

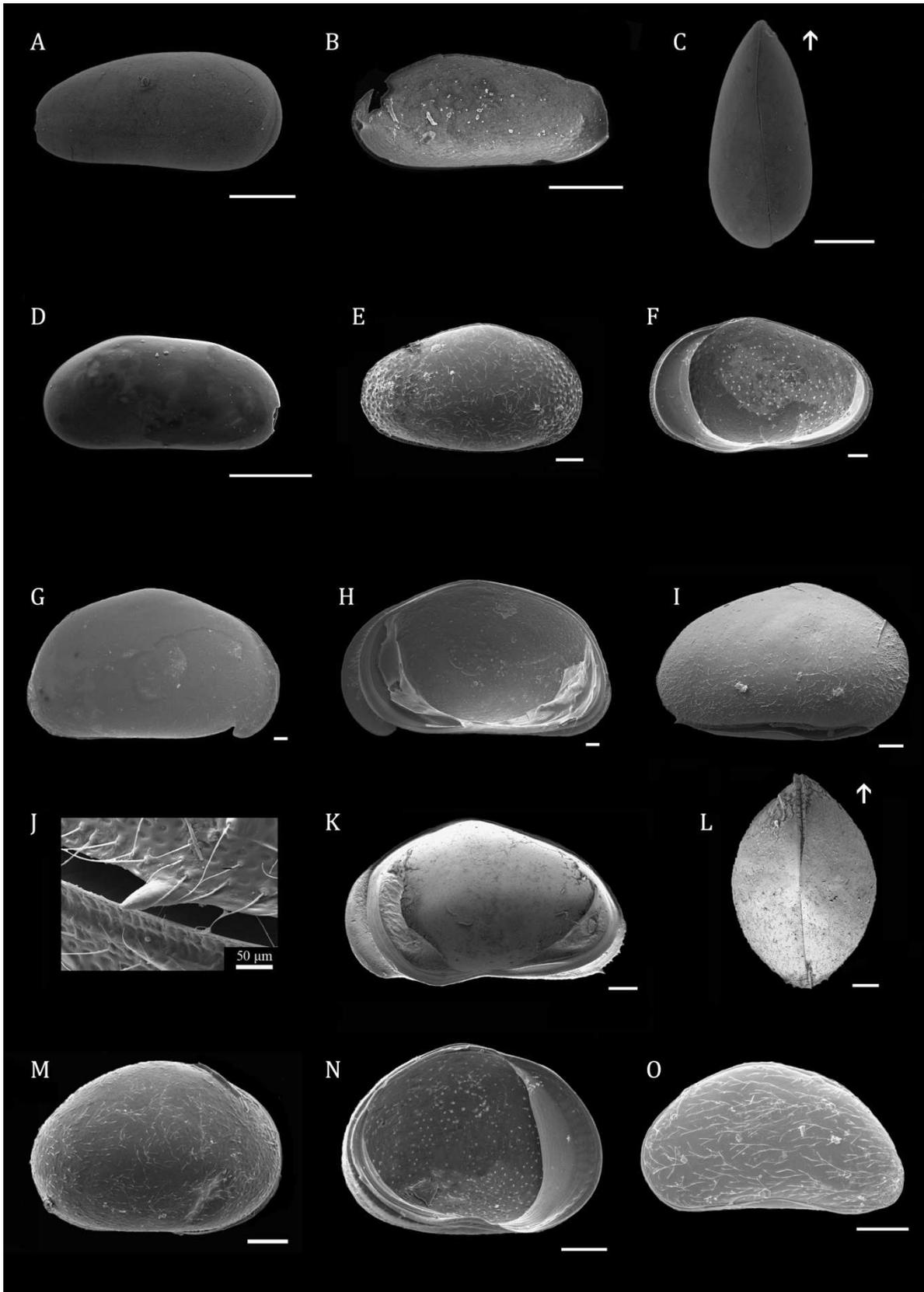


Lámina 3

- A - C. *Potamocypris unicaudata* Schäfer, 1943. (Escala = 200µm).
- A. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda.
 - B. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda.
 - C. Hembra adulta, vista dorsal caparazón. La flecha indica la zona anterior.
- D - E. *Sarscypridopsis aculeata* (Costa, 1847).
- D. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda. (Escala = 200µm).
 - E. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda, detalle espinas. (Escala = 1200µm).
- F - I. *Heterocypris hyalinus* Klie, 1930. (Escala = 200µm).
- F. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
 - G. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha.
 - H. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda.
 - I. Macho adulto, vista lateral externa valva derecha.
- J - L. *Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808). (Escala = 200µm).
- J. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
 - K. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha.
 - L. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha, detalle zona posteroventral.
- M - O. *Heterocypris salina* (Brady, 1868). (Escala = 200µm).
- M. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
 - N. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha.
 - O. Hembra adulta, vista dorsal caparazón. La flecha indica la zona anterior.

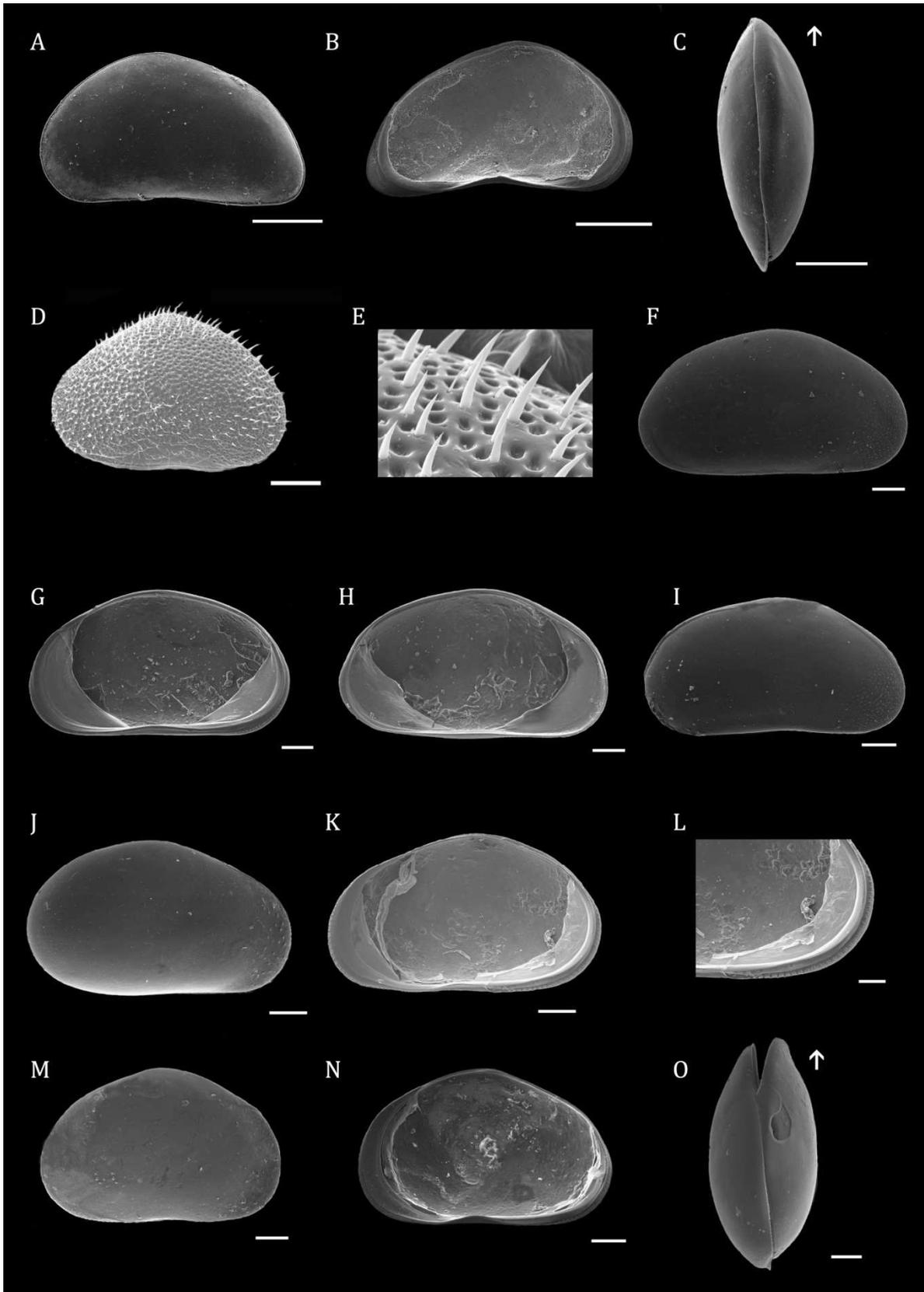


Lámina 4

A – G. *Riocypris* sp. 1. (Escala = 200µm).

- A. Macho adulto, vista lateral externa valva derecha.
- B. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
- C. Macho adulto, vista dorsal caparazón. La flecha indica la zona anterior.
- D. Macho adulto, vista lateral interna valva izquierda.
- E. Macho adulto, vista lateral interna valva izquierda, detalle cicatrices musculares.
- F. Macho adulto, vista lateral interna valva derecha.
- G. Macho adulto, vista lateral interna valva derecha, detalle zona anteroventral.

H - O. *Riocypris* sp. 2. (Escala = 200µm).

- H. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda.
- I. Hembra adulta, vista dorsal caparazón. La flecha indica la zona anterior.
- J. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda.
- K. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha.
- L. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha, detalle del *selvage* en la zona anteroventral.
- M. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda.
- N. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda, detalle cicatrices musculares.
- O. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda, detalle de la lista en la zona anteroventral.

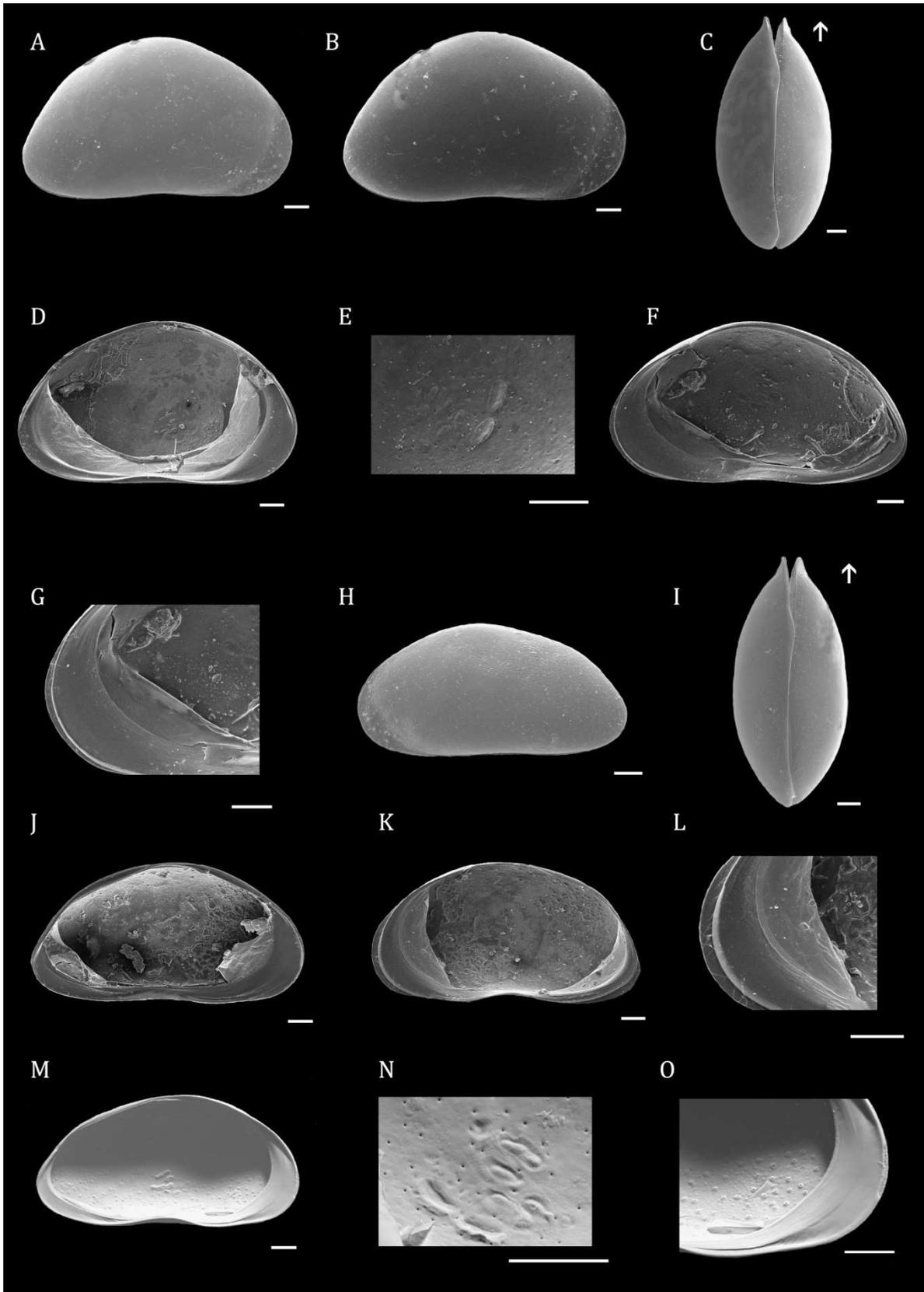


Lámina 5

- A - C. *Amphicypris argentinensis* Fontana y Ballent, 2005. (Escala = 200µm).
- A. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda.
 - B. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda.
 - C. Macho adulto, vista lateral externa valva derecha.
- D - F. *Amphicypris nobilis* Sars, 1901. (Escala = 200µm).
- D. Macho adulto, vista lateral externa valva derecha.
 - E. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.
 - F. Macho adulto, vista lateral interna valva izquierda.
- G - I. *Eucypris virens* (Jurine, 1820). (Escala = 200µm).
- G. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda.
 - H. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda.
 - I. Hembra adulta, vista dorsal caparazón. La flecha indica la zona anterior.
- J - L. *Eucypris virgata* Cusminsky y Whatley, 1996. (Escala = 200µm).
- J. Juvenil, vista lateral externa valva derecha.
 - K. Juvenil, vista lateral interna valva izquierda.
 - L. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha.
- M - O. *Tonnacypris lutaria* (Koch, 1838). (Escala = 200µm).
- M. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda.
 - N. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda.
 - O. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda, detalle "peg" en zona antero-ventral.

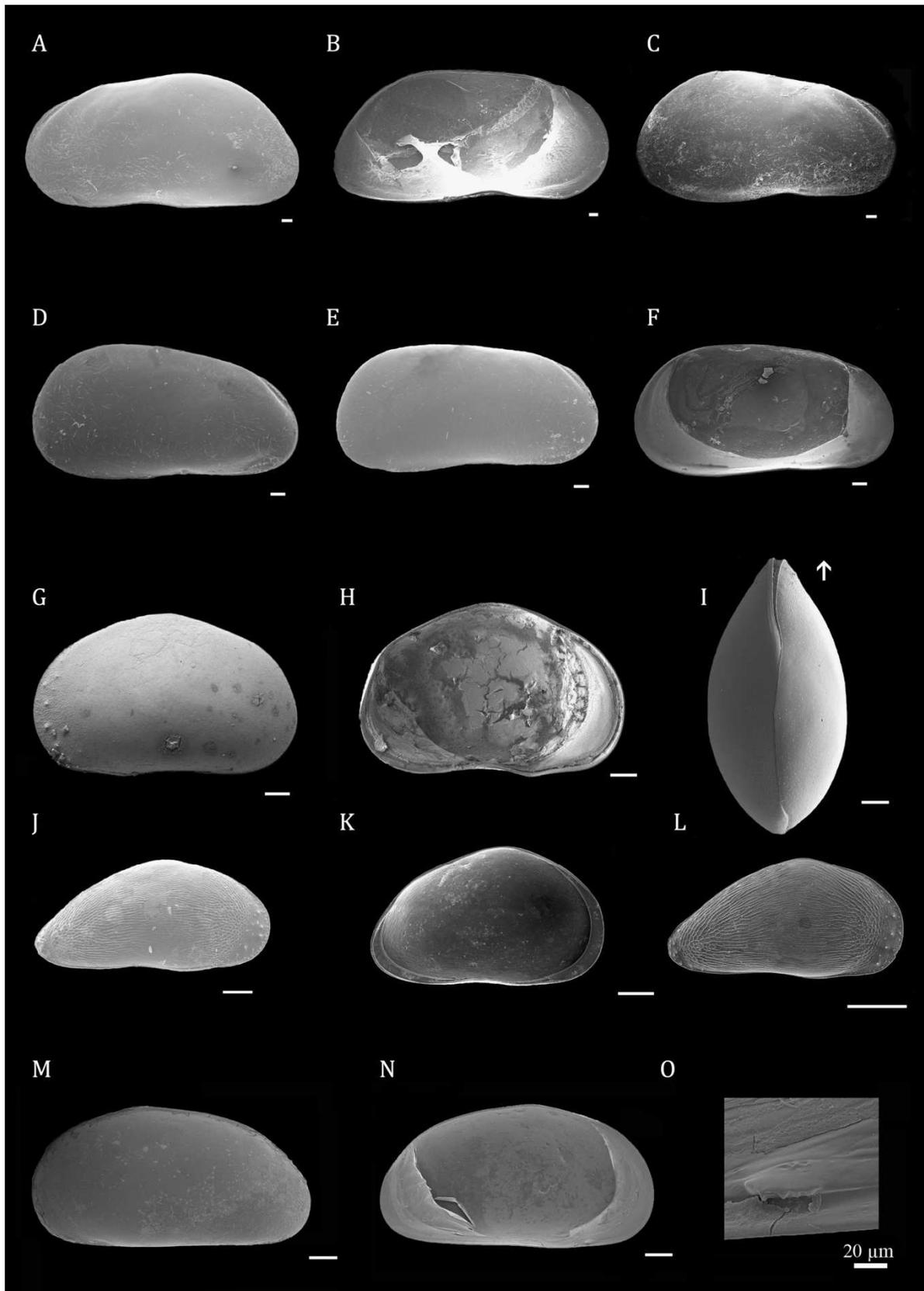


Lámina 6

A - D. *Herpetocypris intermedia* Kaufmann, 1900. (Escala = 200µm).

A. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.

B. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda.

C. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda.

D. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha.

E - I. *Ilyocypris ramirezi* Cusminsky y Whatley, 1996. (Escala = 200µm).

E. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.

F. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha.

G. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha.

H. Hembra adulta, vista lateral interna valva derecha, detalle zona dorsal.

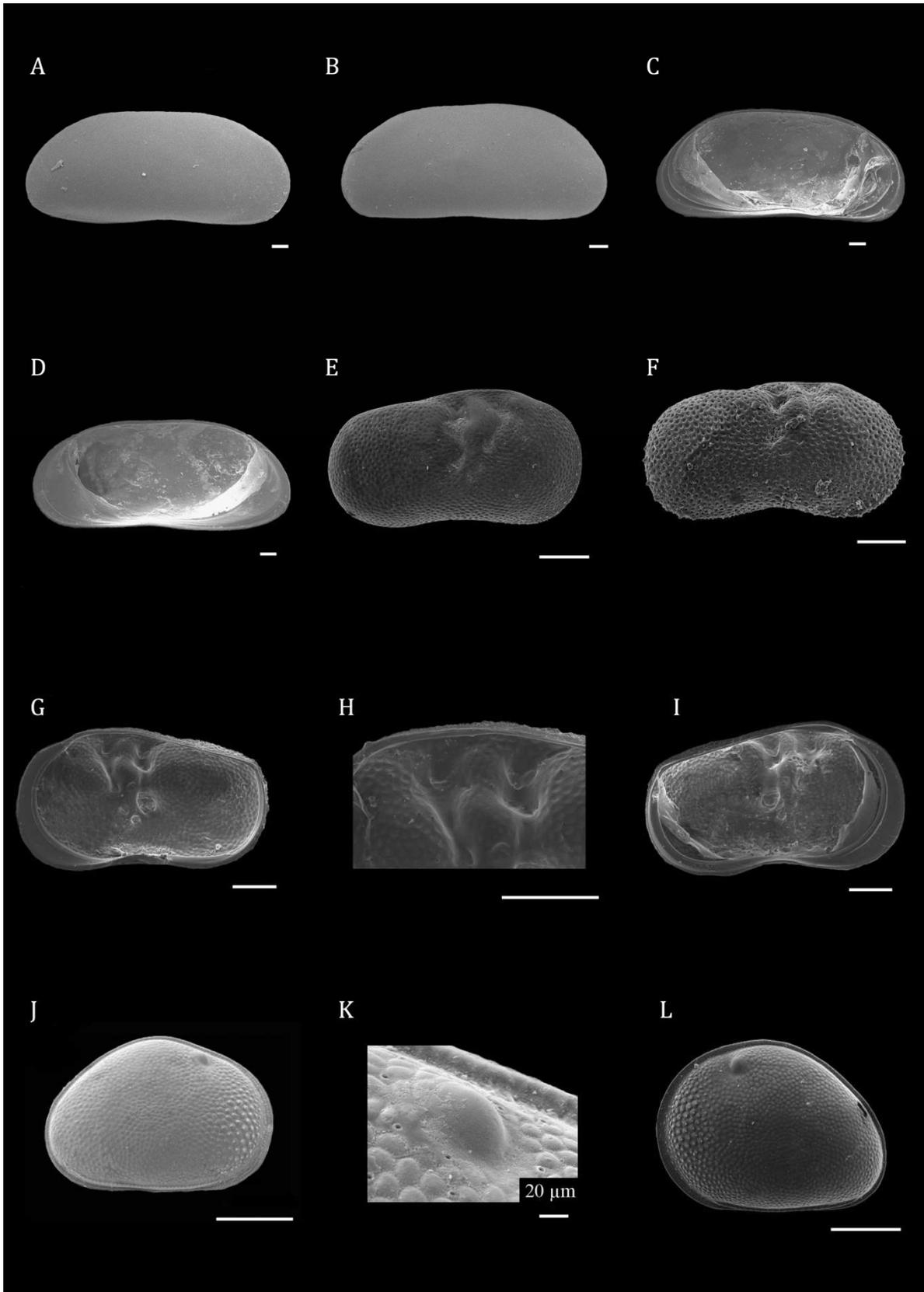
I. Hembra adulta, vista lateral interna valva izquierda.

J - L. *Newnhamia patagonica* (Vávra, 1898).

J. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha. (Escala = 200µm).

K. Hembra adulta, vista lateral externa valva derecha, detalle zona ocular.
(Escala = 20µm).

L. Hembra adulta, vista lateral externa valva izquierda; UNC-PMIC.



6.2 Ostrácodos actuales

Relevamiento faunístico

Caracterización ambiental de los sitios de muestreo

Las características físico-químicas (temperatura, pH, concentración de oxígeno disuelto, conductividad, concentración de potasio, calcio, magnesio, sodio, cloro y materia orgánica) de los 36 ambientes muestreados se resumen en la Tabla 6.2.1.

Las ecorregiones se caracterizan por presentar una relativa homogeneidad en cuanto a sus características ecológicas, climáticas, geomorfológicas e hidrológicas, por lo cual se decidió comparar entre ellas los distintos parámetros físico-químicos registrados. Dichos análisis mostraron diferencias significativas (análisis de varianza - ANOVA) solo para: log conductividad (DF=3, $F=10,39$, $p<0,001$), log concentración de potasio (DF=3, $F=9,61$; $p<0,001$), log concentración de magnesio (DF=3, $F=7,39$; $p<0,05$) y log concentración de cloro (DF=3, $F=10,11$; $p<0,05$). Para dichas variables, los menores valores se registraron en los sitios localizados en la ecorregión de Bosques Patagónicos y los máximos en los ambientes ubicados dentro del Espinal. Las concentraciones de calcio y sodio sólo fueron significativamente diferentes entre las ecorregiones Bosques Patagónicos y Espinal ($Q=3,07$; $p<0,05$) y Bosques patagónicos y Monte de Llanuras y Mesetas ($Q=2,87$; $p<0,05$), en ambos casos las menores concentraciones se observaron en la ecorregión de Bosques.

Sítio	Cód.	Temp. (°C)	pH	OD (mg L ⁻¹)	K ⁺ (mg L ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	Na ⁺ (mg L ⁻¹)	Cl ⁻ (mg L ⁻¹)	Cond. (µS cm ⁻¹)	MO (%)
Fantasma	1	13,3	7,35	7,38	0,80	5,45	2,28	7,07	3,47	70	5
Mallín Grande	2	12,9	7,37	9,7	0,66	9,45	2,75	5,86	1,99	61	17
Reserva El Foyel	3	15,4	6,8	9,22	0,12	11,63	2,41	4,57	1,99	53	31
Steffen	4	13,7	7,37	11,17	1,10	3,30	0,26	6,09	4,96	24	7
Teleférico	5	14,6	7,27	17,5	0,37	21,27	6,86	10,52	12,41	137	20
Arroyo La Fragua	6	12	6,5	8,43	1,3	12,1	6,5	9,5	12,5	257	-
Charco Los Juncos	7	18	7,37	6	3,78	17,45	9,42	12,76	4,96	150	-
El Cóndor 1	8	22,7	6	7,03	6,2	0,3	2,6	4,5	11,5	75	8
El Cóndor 2	9	21,7	6	8	6,4	0,6	2,4	2,7	8,5	64	3
Fortín Chacabuco	10	9,7	7,87	10,54	0,90	11,45	4,01	7,07	6,95	73	2
Los Juncos	11	13,5	9,5	7,28	29,00	20,70	68,00	281,00	79,50	1220	4
Ñireco	12	15,3	8,94	6,68	11,60	28,00	37,00	132,00	52,00	998	9
Refugio de Jesús	13	8,1	7,29	11,3	3,98	19,88	5,27	2,36	11,1	289	19
Arroyo Salitral	14	14,3	8,69	8,15	2,50	33,80	9,01	29,74	7,44	122	-
Ea Rinconada Mallín 1	15	19,8	8,09	8,1	2,39	15,95	7,33	13,45	2,98	141	10
Rinconada 15	16	12,5	7,25	-	5,49	18,45	7,33	7,76	2,98	119	5
Chorrillo Carrilauquén 1	17	18,2	8,2	8	3,20	44,00	13,80	70,60	48,00	688	4
Chorrillo Carrilauquén 2	18	23,5	8,99	11,2	12,40	78,10	23,90	166,20	86,00	1083	5
Chorrillo Carrilauquén 3	19	18,1	9	7,2	3,20	47,80	14,50	72,40	48,00	715	6
El Toro	20	10,7	9,6	9,5	-	-	-	-	-	15500	2
Arroyo Valcheta Plaza	21	23,4	8,6	11,6	5,4	51	31	119	68	1026	4
Charco Virgen Guadalupe	22	18,8	9,35	10	-	-	-	-	-	1097	3
La Vertiente	23	17,8	8,63	10,6	22,20	61,00	51,00	204,00	94,00	1460	11
Ñeluan	24	15,3	8,94	6,68	11,60	28,00	37,00	132,00	52,00	998	5
Punta de Agua Chica	25	20,8	9,88	8,65	14,9	14,0	39,0	387,0	289,0	2200	6
Punta de Agua Grande	26	20,3	9,9	11,8	9,5	14,0	42,0	287,0	223,0	1738	3
Acequia Ea. La Fueguina	27	24,4	8,8	10,74	1,2	17,6	3,4	16	14	215	17
Bañado Choele-Choel	28	18,5	7,5	3,94	6,2	100,5	47,8	271,1	294	2040	11
Charca Ea. La Esmeralda	29	23,6	9,89	13,22	18	24	45,9	248,9	239	1785	15
Laguna Club Pesca	30	27	8,06	8,12	1,40	21,60	4,30	36,00	23,00	348	39
Laguna San Juan, 1	31	28,7	8,5	11,7	2,60	55,40	9,50	121,80	4,00	543	11
Laguna San Juan, 2	32	28,6	7,6	10	1,80	47,80	2,60	65,30	28,00	215	5
Laguna Ruta 250	33	17,3	8,64	9,2	46,00	48,40	71,40	1522,00	548,00	7090	3
Laguna La Araña	34	18,9	7,7	8,62	1,20	49,70	13,10	43,00	15,00	525	19
Laguna Asansa	35	20,6	8,26	9,55	49,80	629,40	168,60	1633,00	1947,00	10950	3
Vertiente Anzoategui	36	22,4	7,85	2,72	57,40	305,20	141,20	1800,00	3131,00	11390	10

Tabla 6.2.1- Características físico-químicas de los ambientes actuales muestreados. Referencias: Temp.: temperatura, OD.: concentración de oxígeno disuelto, K: concentración de potasio, Ca: concentración de calcio, Mg: concentración de magnesio, Na: concentración de sodio, Cl: concentración de cloro, Cond.: conductividad, MO: concentración de materia orgánica.

A fin de caracterizar individualmente los distintos ambientes muestreados, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) en base a las siguientes variables: temperatura, pH, conductividad, concentración de oxígeno disuelto y de materia orgánica en los sedimentos. No fueron consideradas las concentraciones de los distintos iones, debido a que por la fuerte correlación entre estas variables y la conductividad, explicarían porcentajes redundantes de varianza. Los dos primeros ejes explican un 60,9% de la varianza entre los ambientes. El primer de ellos (Figura 6.2.1) presentó una relación negativa con la conductividad (-0,8842) y el pH (-0,8543); mientras que, el eje 2 estuvo positivamente relacionado con la concentración de materia orgánica (0,6420), de oxígeno disuelto (0,6202) y la temperatura (0,5779).

En el ACP se observaron tres grandes grupos (Figura 6.2.1). El Grupo I, ubicado principalmente en el cuadrante inferior del lado derecho, estuvo constituido por sitios asociados a bajos valores de conductividad, pH y temperatura; distribuidos a lo largo de un gradiente respecto a la concentración de oxígeno disuelto y de materia orgánica. Este grupo incluyó una gran variedad de tipos de ambiente: chorrillos, arroyos, mallines, lagunas temporarias y semi-permanentes, con un porcentaje de vegetación entre 3% y 100%. La gran mayoría de estos cuerpos de agua se localizan al oeste de la transecta muestreada, ubicándose dentro de las ecorregiones de Bosques Patagónicos y el extremo oeste de la Estepa Patagónica. El Grupo II se ubicó en los cuadrantes del lado izquierdo del ACP, abarcando los ambientes de mayor conductividad y pH, caracterizados por aguas templado-cálidas y sedimentos con bajo contenido de materia orgánica. Estos ambientes se sitúan principalmente hacia el Este de la transecta muestreada. El grupo III reunió a sitios con aguas con alta concentración de oxígeno disuelto y sedimentos ricos en materia orgánica. Los ambientes se distribuyeron a lo largo de un gradiente de temperatura, hacia la izquierda se localizaron los ambientes de aguas cálidas, ubicados en la ecorregión de Montes de Llanuras y Mesetas; y hacia la derecha aquellos de aguas frías, ubicados en la ecorregión de Bosques Patagónicos. En el área adyacente al origen de coordenadas se ubicaron aquellos ambientes que presentaron valores medios para todas las variables medidas.

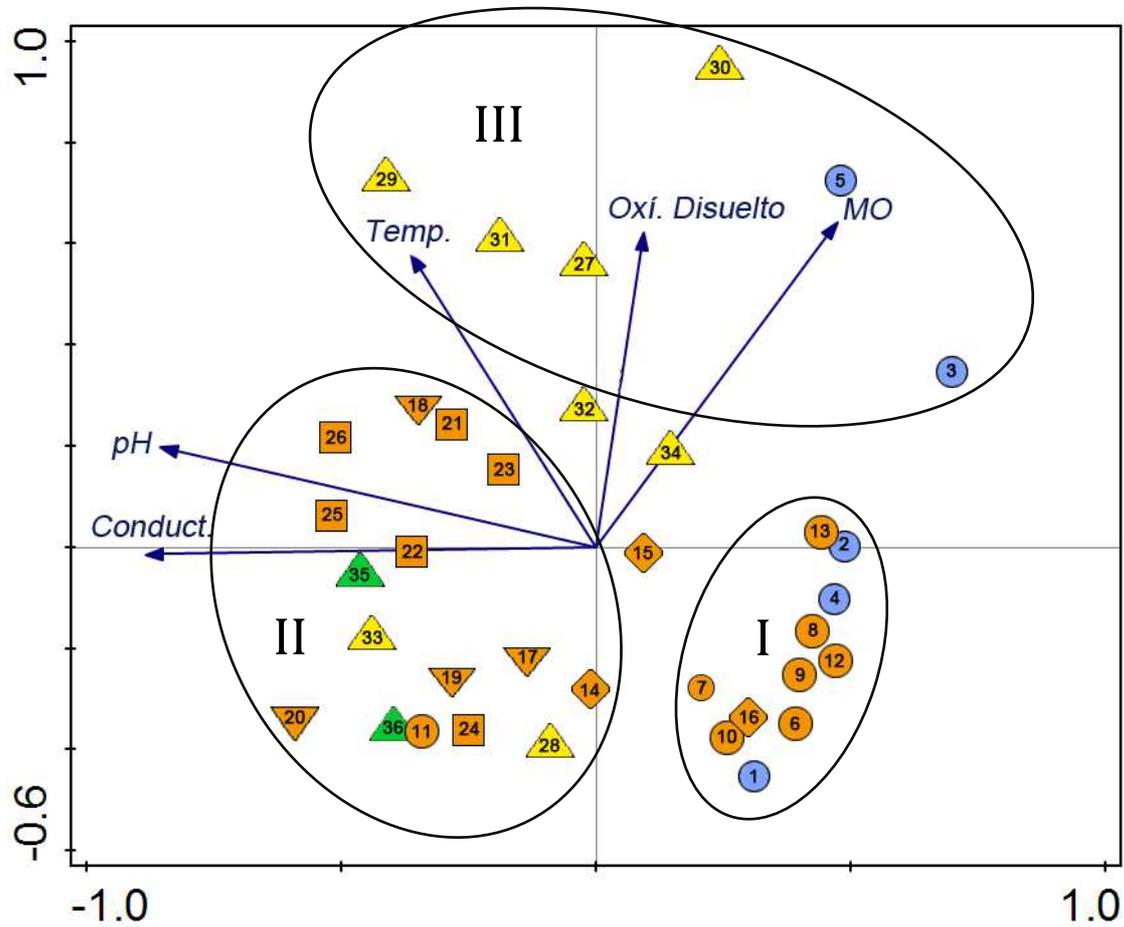


Figura 6.2.1 – Primer plano factorial del análisis de componentes principales (PCA) para los sitios muestreados. Referencias: El número indica el sitio (ver tabla 5.1 y 6.2.1), la forma la provincia geológica (círculo: Cordillera Patagónica Septentrional; rombo: Engolfamiento Neuquino; triángulo invertido: Precordillera Patagónica; cuadrado: Macizo de Somún Curá; trángulo: Cuenca del Colorado) y el color la ecorregión (azul: Bosques Patagónicos; naranja: Estepa Patagónica; amarillo: Montes de Llanuras y Mesetas; verde: Espinal) donde se localiza cada sitio. Oxí. Disuelto: concentración de oxígeno disuelto; MO: concentración de materia

Asociaciones faunísticas

A partir de las muestras actuales se determinaron 23 especies de ostrácodos, 2 de las cuales fueron mantenidas en nomenclatura *aperta* (Tabla 6.2.2).

Sitio	<i>Amphicypris argentinensis</i>	<i>Amphicypris nobilis</i>	<i>Bradleystrandesia fuscata</i>	<i>Chlamydoteca incisa</i>	<i>Cypridopsis vidua</i>	<i>Cypris pubera</i>	<i>Darwinula stevensoni</i>	<i>Eucypris vitens</i>	<i>Eucypris virgata</i>	<i>Herpetocypris intermedia</i>	<i>Heterocypris hyalinus</i>	<i>Heterocypris incongruens</i>	<i>Heterocypris salina</i>	<i>Ilyocypris ramirezi</i>	<i>Limnocythere cusminskyae</i>	<i>Limnocythere patagonica</i>	<i>Newnhamia patagonia</i>	<i>Riocypris sp.1</i>	<i>Riocypris sp.2</i>	<i>Sarscyroidopsis aculeata</i>	<i>Potamocypris smaradigma</i>	<i>Potamocypris unicaudata</i>	<i>Tonnacypris lutaria</i>
1		X	X					X															
2																							X
3																							X
4																							X
5			X					X															
6								X															
7																							X
8		X																					
9								X				X											
10								X															
11						X		X								X			X	X		X	
12								X															X
13						X		X															X
14												X											
15								X				X											
16			X		X	X		X															X
17												X		X									
18												X											
19												X		X									
20																		X					
21							X			X		X		X						X			
22												X										X	
23																		X					
24					X				X							X	X				X		
25	X													X						X		X	
26	X							X						X			X					X	
27				X	X									X									
28				X	X			X															
29					X						X									X			
30					X																		
31											X												
32											X			X									
33											X												
34					X					X	X			X									
35															X					X			
36												X	X										

Tabla 6.2.2 – Presencia de las especies de ostrácodos determinadas por ambiente.

En general la riqueza específica fue baja, con un promedio de dos especies por sitio, registrándose 14 sitios monoespecíficos (Figura 6.2.2). Sin embargo en algunos ambientes se muestrearon entre cinco y seis especies de ostrácodos. Los sitios con mayor riqueza de especies fueron las lagunas Los Juncos (sitio n°11), Rinconada 15 (sitio n°16), Ñeluan (sitio n°24), Punta de Agua Chica (sitio n°26) y el canal Arroyo Valcheta (sitio n°21).

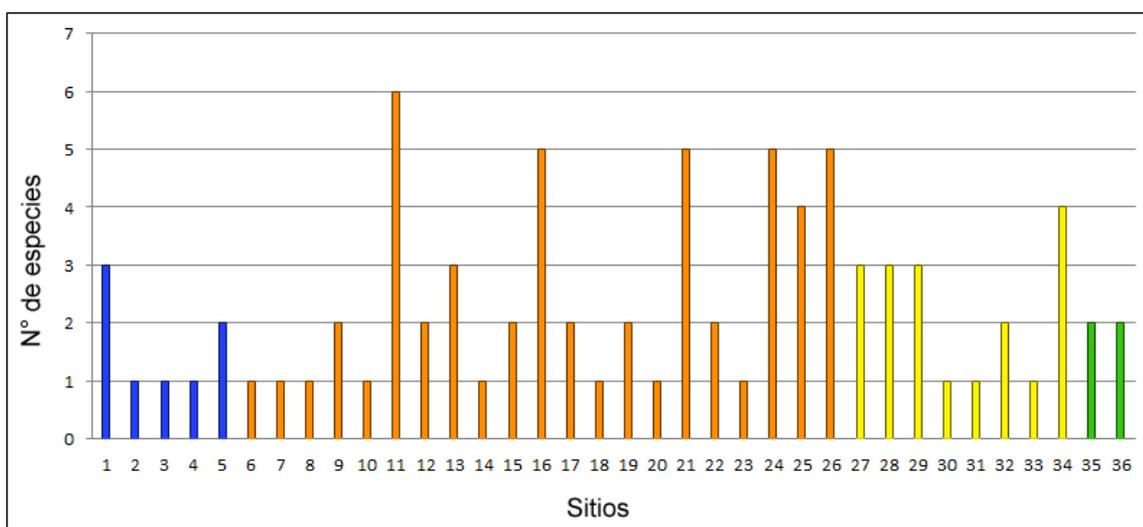


Figura 6.2.2 – Riqueza específica de los sitios muestreados. El color de la barra indica la ecorregión en donde se localiza, azul: Bosques Patagónica, naranja: Estepa Patagónica, amarillo: Montes de Llanuras y Mesetas y verde: Espinal.

Las especies más abundantes fueron *E. virens*, *H. incongruens*, *I. ramirezi* y *T. lutaria*. Por el contrario, las especies con menos ocurrencias fueron *D. stevensoni*, *E. virgata*, *H. salina*, *L. cusminskyae*, *P. smaradigna* y *Riocypris* sp. 2 y (Figura 6.2.3). El ordenamiento de las especies de acuerdo a las ecorregiones mostró que ciertas especies, como *E. virens*, se distribuyeron en varias ecorregiones, mientras que otras, como *H. hyalinus* se encontraron sólo en una ecorregión en particular (Figura 6.2.3).

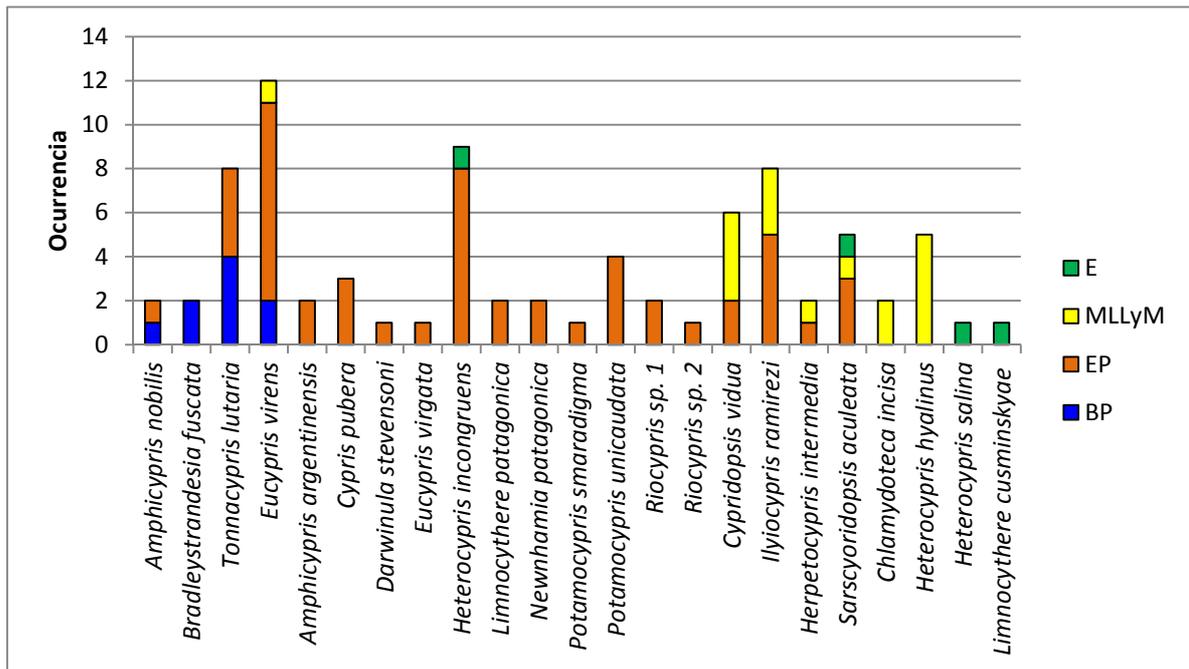


Figura 6.2.3 – Frecuencia de las distintas especies de acuerdo a las ecorregiones. Referencias: E: ecorregión del Espinal, MLLyE: ecorregión de Montes de llanuras y mesetas, EP: ecorregión de la Estepa patagónica, BAP: ecorregión de Bosques andinos patagónicos.

A continuación se presentan los valores máximos y mínimos para los parámetros físicos y químicos en los que se registraron las distintas especies (Tabla 6.2.3), los valores promedios y medianas se presentan en el Anexo 2. Las especies que presentan un único valor fueron registradas en un solo sitio.

ESPECIE	Temp. (°C)	pH	Oxí. (mg L ⁻¹)	K ⁺ (mg L ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	Na ⁺ (mg L ⁻¹)	Cl ⁻ (mg L ⁻¹)	Cond. (µS cm ⁻¹)	MO (%)
<i>Amphicypris argentinensis</i>	20,3 - 20,8	9,9 - 9,9	8,7 - 11,8	9,5 - 14,9	14,0 - 14,0	39,0 - 42,0	287,0 - 387,0	223,0 - 289,0	1738 - 2200	3 - 6
<i>Amphicypris nobilis</i>	11,3 - 22,7	6,0 - 7,4	7,0 - 7,4	0,8 - 6,2	0,3 - 5,5	2,3 - 2,6	4,5 - 7,1	3,5 - 11,5	70 - 75	5 - 8
<i>Bradleystrandesia fuscata</i>	13,3 - 14,6	7,3 - 7,4	7,4 - 17,5	0,4 - 0,8	4,5 - 21,3	2,3 - 6,9	7,1 - 10,5	3,5 - 12,4	70 - 137	5 - 20
<i>Chlamydoteca incisa</i>	18,5 - 24,4	7,5 - 8,8	3,9 - 10,7	1,2 - 6,2	17,6 - 100,5	3,4 - 47,8	16,0 - 271,1	14,0 - 294,0	215 - 2040	11 - 17
<i>Cypridopsis vidua</i>	12,5 - 27,0	7,3 - 9,9	3,9 - 13,2	1,2 - 18,0	17,6 - 100,5	3,4 - 47,8	7,8 - 271,1	3,0 - 294,0	119 - 2040	5 - 39
<i>Cypris pubera</i>	8,1 - 13,5	7,3 - 9,5	7,3 - 11,3	4,0 - 29,0	18,5 - 20,7	5,3 - 68,0	2,4 - 281,0	3,0 - 79,5	119 - 1220	4 - 19
<i>Darwinula stevensoni</i>	23,4	8,6	11,6	5,4	51,0	31,0	119,0	68,0	1026	4
<i>Eucypris virens</i>	8,1 - 21,7	6,0 - 9,9	3,9 - 17,5	0,4 - 29,0	0,6 - 24,0	2,3 - 68,0	2,4 - 287,0	3,0 - 239,0	59 - 2040	2 - 20
<i>Eucypris virgata</i>	15,3	8,9	6,7	11,6	28,0	37,0	132,0	52,0	998	5
<i>Herpetocypris intermedia</i>	8,9 - 23,4	7,7 - 8,6	8,6 - 11,6	1,2 - 5,4	49,7 - 51,0	13,1 - 31,0	43,0 - 119,0	15,0 - 68,0	525 - 1026	4 - 19
<i>Heterocypris hyalinus</i>	17,3 - 28,7	7,6 - 9,9	8,6 - 13,2	1,2 - 48,0	24,0 - 55,4	2,6 - 71,4	43,0 - 1522,0	4,0 - 548,0	215 - 7090	3 - 19
<i>Heterocypris incongruens</i>	12,0 - 23,5	6,0 - 9,4	2,7 - 11,2	2,4 - 57,4	0,6 - 305,2	2,4 - 141,2	2,7 - 1800,0	7,4 - 3131,0	64 - 11390	3 - 10
<i>Heterocypris salina</i>	22,4	7,9	2,7	57,4	305,2	141,2	1800,0	3131,0	11390	10
<i>Ilyocypris ramirezi</i>	18,1 - 28,6	7,6 - 9,9	7,2 - 11,8	1,2 - 14,9	14,0 - 51,0	2,6 - 42,0	16,0 - 387,0	14,0 - 289,0	215 - 2200	3 - 19
<i>Limnocythere cusminskyae</i>	20,6	8,3	9,6	49,8	629,4	168,6	1633,0	1947,0	10950	3
<i>Limnocythere patagonica</i>	13,5 - 15,3	8,9 - 9,5	6,7 - 7,3	11,6 - 29,0	20,7 - 28,0	37,0 - 68,0	132,0 - 281,0	52,0 - 79,5	998 - 1220	4 - 5
<i>Newnhamia patagonia</i>	15,3 - 20,3	8,9 - 9,9	6,7 - 11,8	9,5 - 11,6	14,0 - 28,0	37,0 - 42,0	132,0 - 287,0	52,0 - 223,0	998 - 1738	3 - 5
<i>Riocypris sp.1</i>	10,7 - 17,8	8,6 - 9,6	9,5 - 10,6	22,2	61,0	51,0	204,0	94,0	1460 - 15500	2 - 11
<i>Riocypris sp.2</i>	13,5	9,5	7,3	29,0	20,7	68,0	281,0	79,5	1220	4
<i>Sarscyroidopsis aculeata</i>	13,5 - 23,6	8,3 - 9,9	7,3 - 13,2	5,4 - 49,8	14,0 - 629,4	31,0 - 168,6	119,0 - 1633,0	68,0 - 1947,0	1026 - 10950	3 - 11
<i>Potamocypris smaradigma</i>	15,3	8,9	6,7	11,6	28,0	37,0	132,0	52,0	998	5
<i>Potamocypris unicaudata</i>	13,5 - 20,8	9,4 - 9,9	7,3 - 11,8	9,5 - 29,0	14,0 - 20,7	39,0 - 68,0	281,0 - 387,0	79,5 - 289,0	1097 - 2200	3 - 6
<i>Tonnacypris lutaria</i>	8,1 - 18,0	6,8 - 7,4	6,0 - 17,5	0,12 - 5,5	3,3 - 21,3	0,3 - 9,4	2,4 - 12,8	2,0 - 12,4	24 - 150	5 - 31

Tabla 6.2.3 – Valores mínimos y máximos de los parámetros físico-químicos bajo los que se registraron las distintas especies determinadas.

A partir de la información taxonómica y ecológica se realizaron análisis multivariados a fin de relacionar la respuesta de las distintas especies respecto a las variables ambientales. Para esto, como primer paso, se analizó la longitud del gradiente biológico mediante un ACCD. Dado que esta longitud fue superior a 2 SD (Tabla 6.2.4), se realizó un ACC para calcular el porcentaje de la varianza en los datos biológicos que es explicada por los parámetros ambientales.

EJE	1	2	3	4	Inercia total
Autovalores (λ)	0,679	0,194	0,029	0,744	9,160
Largo del gradiente	3,735	1,800	1,296	8,788	
Correlación especies-variables ambientales	0,883	0,542	0,409	0,000	
Porcentaje acumulativo de la varianza de especies	7,4	9,5	9,9	18,0	
Porcentaje acumulativo de la varianza de la relación especies–ambiente	46,1	60,0	0,0	0,0	
Suma de todos los <i>eigenvalues</i>					9,160
Suma de todos los <i>eigenvalues</i> canónicos					1,318

Tabla 6.2.4 – Principales resultados estadísticos del ACCD.

Se relacionó la distribución y abundancias de los ostrácodos con: la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto, la conductividad y la concentración de materia orgánica de los sedimentos (Figura 6.2.5). Las variables correspondientes a las concentraciones de los distintos iones y el pH no fueron considerados en el análisis, ya que debido a la alta correlación que poseen explicarían porcentajes redundantes de varianza. Las lagunas El Toro, Ruta 250, Asansa y la Vertiente Salitral Anzoategui (sitios n°20, 33, 35 y 36 respectivamente) presentaron valores extremos de conductividad, por lo que fueron considerados *outliers* y eliminados del análisis.

Este análisis presentó una ordenación significativa ($p=0,002$), donde las variables explican un 21,1% del total de la varianza que presentan los ostrácodos. Los ejes 1 y 2 explicaron un 90% y un 81% respectivamente, de la correlación

entre la respuesta de las especies de ostrácodos y las variables ambientales (Tabla 6.2.5). Por su parte, los autovalores de los dos primeros ejes ($\lambda_1 = 0,6581$; $\lambda_2 = 0,4109$) fueron comparables a los obtenidos con el ACCD ($\lambda_1 = 0,679$; $\lambda_2 = 0,194$), indicando que las variables ambientales incluidas en el análisis explican en gran parte la respuesta biológica observada (ter Braak 1986).

Eje	1	2	3	4	Inercia total
Autovalores (λ)	0,6581	0,4109	0,2609	0,1933	7,223
Correlación especies-variables ambientales	0,9024	0,8102	0,6708	0,6160	
Porcentaje acumulativo de la varianza de especies	9,1	14,8	18,4	0,616	
Porcentaje acumulativo de la varianza de la relación especies–ambiente	43,2	70,2	87,3	100	
Suma de todos los <i>eigenvalues</i>					7,2226
Suma de todos los <i>eigenvalues</i> canónicos					1,5231
<i>Significancia del primer eje canónico $p < 0.001$</i>					
<i>Significancia de todos los ejes canónicos $p < 0.001$</i>					

Tabla 6.2.5 – Principales resultados estadísticos del ACC.

La distribución y abundancia de los ostrácodos se correlacionaron con la conductividad y la temperatura. La primera de estas variables explica el porcentaje más alto de la varianza ($p < 0,01$), seguido por la conductividad ($p < 0,05$). Por el contrario, las concentraciones de materia orgánica y oxígeno disuelto no fueron significativa en la distribución de estos organismos. El primer eje del ACC se correlacionó negativamente con la conductividad (-0,7643) y la temperatura (-0,6866), mientras que el segundo eje lo hizo de forma positiva con la temperatura (0,5209). Las concentraciones de materia orgánica y de oxígeno disuelto mostraron bajas correlaciones con los dos ejes (correlación concentración de materia orgánica con el eje 1=0,2165 y con el eje 2=0,3321; correlación concentración de oxígeno disuelto con el eje 1=-0,0438 y con el eje 2=0,0121).

Estos resultados también fueron evidentes en el diagrama del ACC, donde se observó que la temperatura y la conductividad presentaron las flechas de mayor

longitud y por lo tanto fueron las variables más importantes en la explicación de la varianza de los datos biológicos (Figura 6.2.5). En estos diagramas de ordenación las flechas representan un gradiente ambiental y apuntan hacia los máximos valores. La posición de cada flecha está dada por los autovalores y las correlaciones especies-ambiente de cada variable, mientras que la longitud depende del grado de variación en la distribución de las especies explicada por ese parámetro. De este modo, las variables representadas por flechas más largas son las que explican la mayor proporción de la varianza en los datos biológicos (ter Braak, 1986).

En el primer cuadrante (*i.e.* cuadrante superior derecho) del ACC se ubicaron *A. nobilis* y *T. lutaria*, asociadas a ambientes de aguas con baja conductividad y temperaturas frías a templadas, con sedimentos de moderada concentración de materia orgánica. En el segundo cuadrante (*i.e.* cuadrante inferior derecho) se situaron *E. virens*, *B. fuscata* y *C. pubera*, con una clara preferencia por aguas frías. El tercer cuadrante (*i.e.* cuadrante inferior izquierdo) presentó especies asociadas a aguas de elevada conductividad, encontrándose en el extremo positivo de esta variable *A. argentinensis*, seguido por *P. unicaudata*, *S. aculeata*, *N. Patagonica* y *Riocypris* sp. 1. Hacia la derecha de este cuadrante se encontraron *P. smaragdina*, *E. virgata*, *L. patagonica* y *Riocypris* sp. 2, relacionadas a sitios de aguas templadas y conductividad moderada. El cuarto cuadrante (*i.e.* cuadrante superior izquierdo) presentó especies asociadas a aguas cálidas con sedimentos de moderada concentración de materia orgánica (Figura 6.2.5).

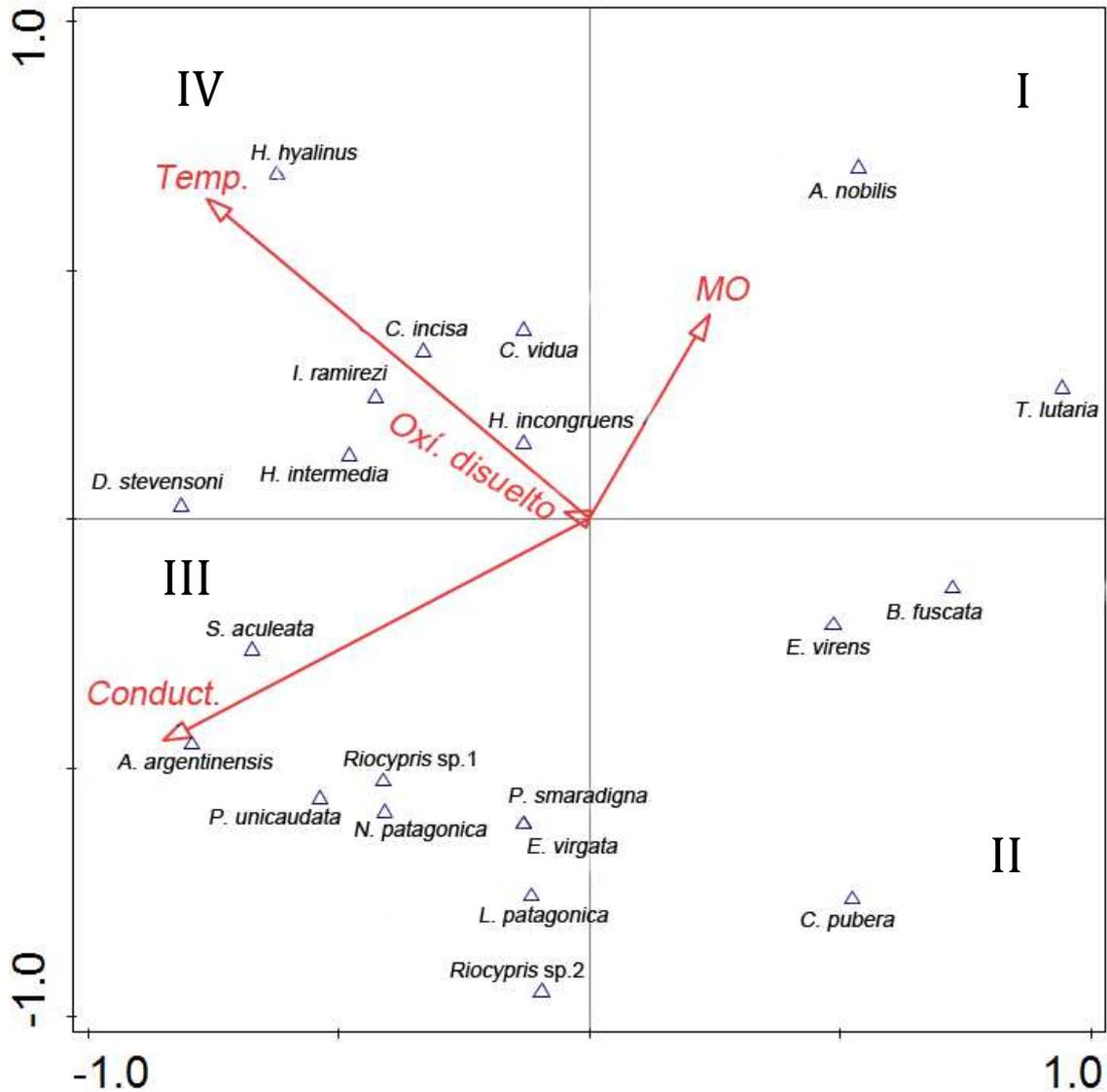


Figura 6.2.5 – Análisis Canónico de Correspondencia (ACC). Referencias: Temp.: Temperatura, Oxí. Disuelto: Concentración de oxígeno disuelto, Conduct.: Conductividad, MO:

Para cada par de sitios se calculó la diferencia absoluta entre sus residuales (extraídos del modelo, ACC) y la distancia geográfica que los separa. Dichas variables no mostraron una relación significativa (test de Mantel, $r = -0,05$; $p = 0,60$), indicando que la estructura espacial no estaría afectando la distribución y abundancia de las distintas especies de ostrácodos.

Por otro lado, y dado que la conductividad fue una de las variables más importante en la distribución y abundancia de los ostrácodos, se realizó un estudio exploratorio de la respuesta de estos organismos respecto a la concentración de los principales iones de los sistemas acuáticos donde se registraron. Este análisis se realizó en base a las especies de ostrácodos con más de dos ocurrencias. Asimismo, debido a los valores extremos para la concentración de los distintos iones registrados en las lagunas Ruta 250, Asansa y la Vertiente Salitral Anzoategui (sitios n°20, 33, 35 y 36 respectivamente), dichos ambientes fueron considerados *outliers* y eliminados del análisis.

En primer lugar, se determinó la longitud del gradiente biológico, mediante un ACCD. Dado que el largo del gradiente (*i.e.* longitud del primer eje del ACCD) fue superior a 2 SD (Tabla 6.2.6), se realizó un Análisis Canónico de Correspondencia (ACC) para relacionar la respuesta de los ostrácodos respecto a las concentraciones iónicas de los sistemas acuáticos que habitan.

EJE	1	2	3	4	Inercia total
Autovalores (λ)	0,525	0,342	0,060	0,015	6,910
Largo del gradiente	2,466	2,003	0,662	0,651	
Correlación especies-variables ambientales	0,803	0,676	0,342	0,243	
Porcentaje acumulativo de la varianza de especies	7,6	12,6	13,4	13,6	
Porcentaje acumulativo de la varianza de la relación especies-ambiente	39,5	68,1	0,0	0,0	
Suma de todos los <i>eigenvalues</i>					6,910
Suma de todos los <i>eigenvalues</i> canónicos					1,299

Tabla 6.2.6 – Principales resultados estadísticos del ACCD.

El ACC presentó una ordenación significativa ($p < 0.001$). Los ejes 1 y 2 explicaron un 81% y un 72%, respectivamente, de la correlación entre la respuesta de los ostrácodos y las concentraciones iónicas (Tabla 6.2.7). Por su parte, los autovalores de los dos primeros ejes ($\lambda_1 = 0,523$; $\lambda_2 = 0,402$) fueron comparables a los obtenidos con el ACCD ($\lambda_1 = 0,542$; $\lambda_2 = 0,342$).

El primer eje se correlacionó positivamente con la concentración de calcio (0,7425), de magnesio (0,4109) y de potasio (0,3616), y negativamente con la concentración de sodio (-0,7602). El segundo eje se relacionó negativamente con la concentración de magnesio (-0,3925) y de cloro (-0,3764).

EJE	1	2	3	4	Inercia total
Autovalores (λ)	0,523	0,402	0,257	0,099	7,650
Correlación especies-variables ambientales	0,810	0,716	0,605	0,433	
Porcentaje acumulativo de la varianza de especies	6,8	12,1	15,5	16,8	
Porcentaje acumulativo de la varianza de la relación especies-ambiente	40,8	72,2	92,2	100,0	
Suma de todos los eigenvalues					7,650
Suma de todos los eigenvalues canónicos					1,282
<i>Significancia del primer eje canónico $p < 0,001$</i>					
<i>Significancia de todos los ejes canónicos $p < 0,001$</i>					

Tabla 6.2.7 – Principales resultados estadísticos del ACC.

En el diagrama del ACC se observó una preferencia de *T. lutaria* y *B. fuscata* por aguas ricas en calcio y de *C. pubera* por ambientes con una alta concentración de potasio. Por su parte, *H. hyalinus* se distribuyó en aguas enriquecidas en sodio, mientras que *A. argentinensis*, *P. unicaudata*, *N. patagonica*, *L. patagonica* y *S. aculeata* fueron más frecuentes en aguas ricas en sodio y cloro (Figura 6.2.6).

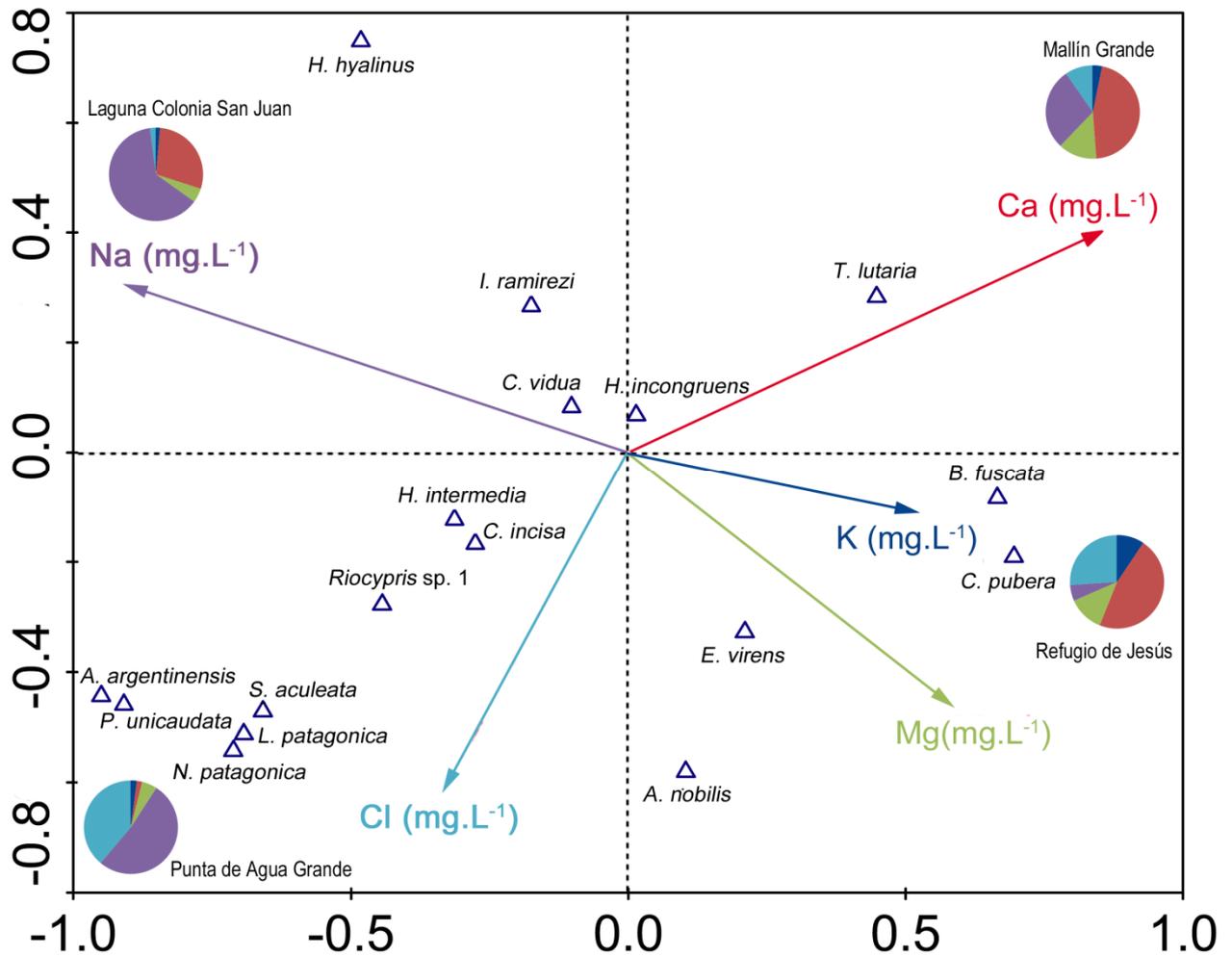


Figura 6.2.6 –ACC. Referencias: Na: concentración de sodio, en color violeta; Cl: concentración de cloro, en color celeste; Mg: concentración de magnesio, en color verde; K: concentración de potasio, en color azul; Ca: concentración de calcio, en color rojo. Se presentan gráficos de torta con la composición iónica representativa de cada tipo de agua.

Estructura de tallas vida de Cypris pubera y Eucypris virens

El largo alcanzado por los adultos de *C. pubera* varió significativamente entre estaciones, siendo más pequeños en el invierno y más grandes durante el verano (Figura 6.2.7 A, ANOVA: DF = 2; $F = 120,4$; $p < 0,001$). El tamaño de las valvas estuvo positivamente relacionado con la conductividad y la temperatura (regresión lineal entre conductividad y largo de las valvas: DF = 143; $F = 33,73$; $p < 0,001$ y $R^2 = 0,19$, regresión lineal entre temperatura y largo de las valvas: DF = 143; $F = 21,89$; $p < 0,001$ y $R^2 = 0,13$). Por su parte, los adultos de *E. virens* alcanzaron un mayor tamaño durante el invierno (Figura 6.2.7 B-C, Mann-Whitney U-test para el largo de las valvas de adultos provenientes del Teleférico estadístico $U = 275,5$; $p = 0,052$; t-test para el largo de las valvas de adultos provenientes del Ñireco DF = 71; $t = 6,27$; $p < 0,001$). Del mismo modo, los adultos de *E. virens* muestreados en el Ñireco mostraron una relación negativa entre el tamaño final alcanzado en la adultez y la conductividad (regresión lineal entre conductividad y largo de las valvas: DF = 68; $F = 11,37$; $p = 0,001$ y $R^2 = 0,13$).

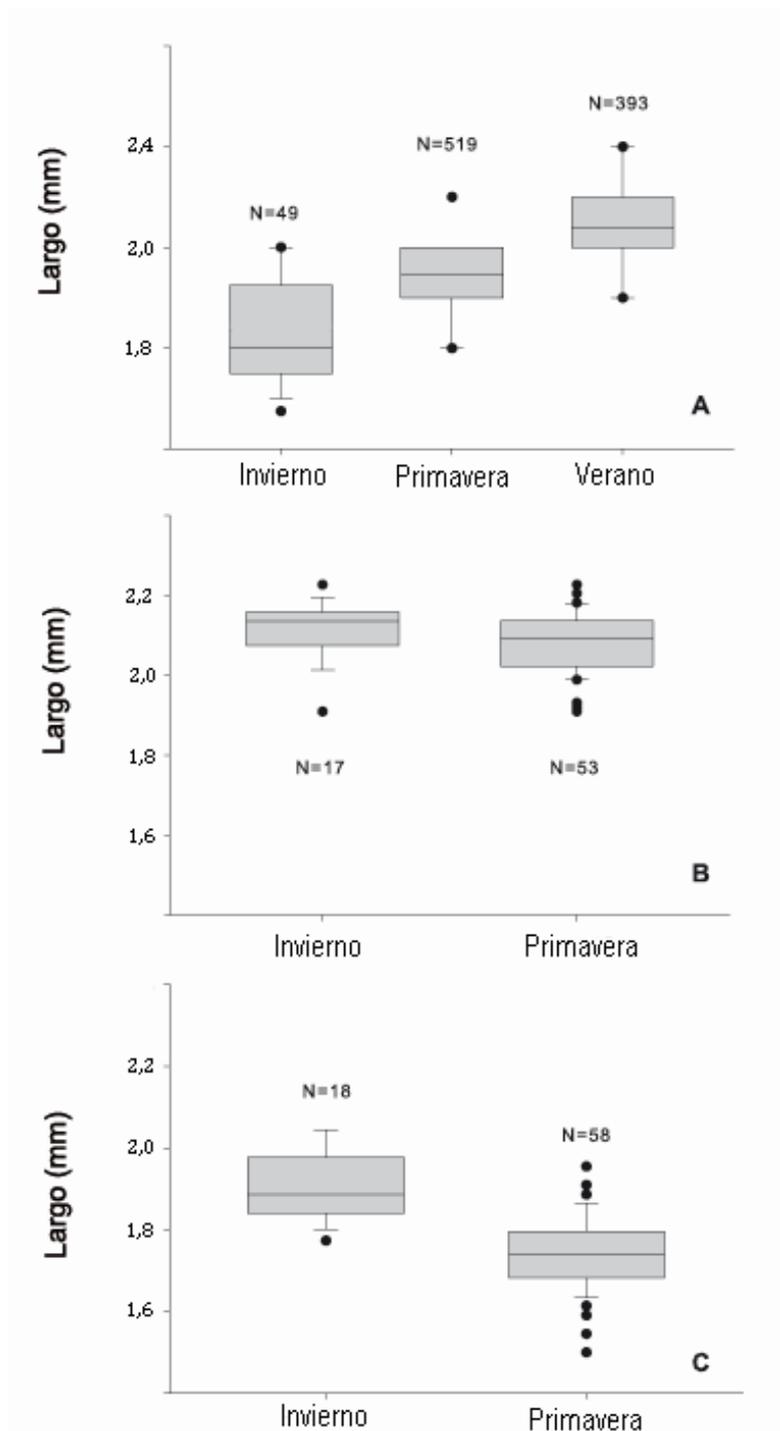


Figura 6.2.7 – Boxplot, tamaño final alcanzado por los adultos en las distintas estaciones del año. A: *C. pubera*, B: *E. virens* población Teleférico, C: *E. virens* población Ñireco.

Se estudió el ciclo de vida de *C. pubera*, proveniente de Refugio de Jesús. En este ambiente se distinguieron dos cohortes a lo largo del hidroperíodo. La primera de ellas se detectó mediante la observación de una alta abundancia de estadíos tardíos y adultos en los muestreos de fines de agosto. Posteriormente, a inicios de la primavera, la población de *C. pubera* estuvo dominada por individuos juveniles tempranos, que dieron lugar a la segunda generación de adultos el 10 de noviembre. Luego de una semana, se observó una segunda cohorte de juveniles, que alcanzó la adultez a fines de diciembre. A fines del hidroperíodo, en la laguna sólo se encontraron ejemplares adultos (Figura 6.2.8 A). El índice de MOS exhibió dos máximos, uno en septiembre y otro en diciembre. Estos valores elevados indicaron una predominancia de estadíos juveniles, lo que sugiere dos eventos de eclosión durante el período muestreado (Figura 6.2.8 B). El tiempo de desarrollo de *C. pubera* fue de ocho semanas en primavera y de cinco semanas durante el verano, mostrando una relación positiva con la temperatura (t-test: DF = 13; $t = -3,60$; $p = 0,003$).

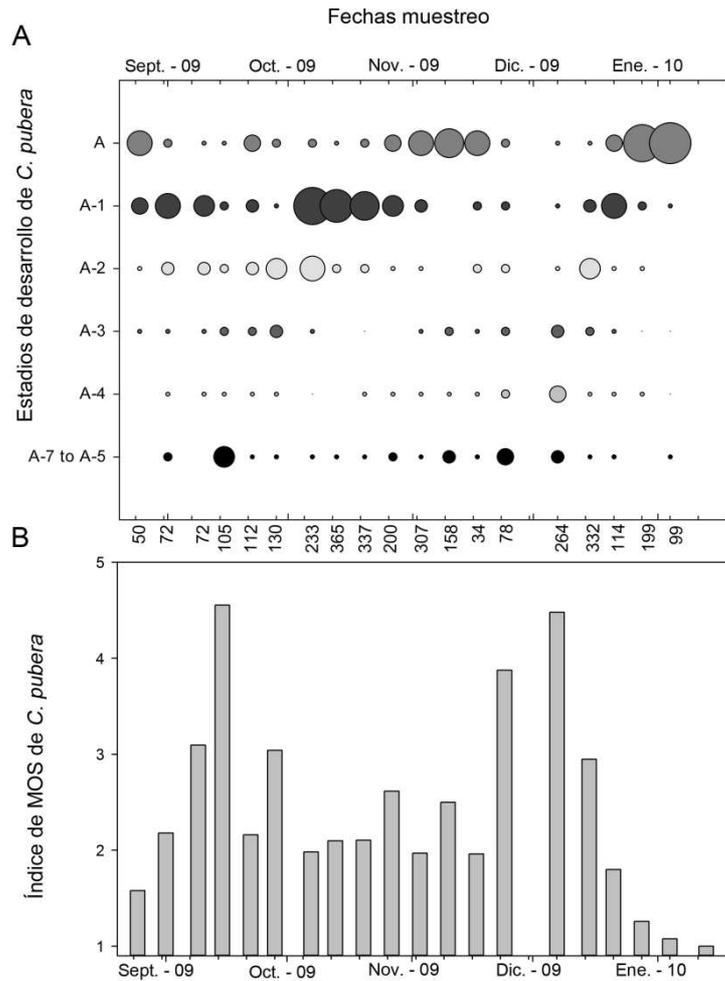


Figura 6.3.2 – *Cypris pubera*. A: Densidades de los distintos estadios de desarrollo (A-7 a Adulto) a lo largo del periodo muestreado, el tamaño de la burbuja indica la abundancia relativa de cada muda. La densidad total de ostrácodos se indica en la base del gráfico. B: Índice ontogenético medio (MOS).

Las poblaciones de *E. virens* del Teleférico y del Ñireco estuvieron conformadas por estadios juveniles y una baja proporción de individuos adultos a lo largo de todo el período estudiado. En el Teleférico se observó una predominancia de estadios juveniles tempranos en septiembre y diciembre, sugiriendo dos eventos de mayor eclosión. Esto también fue observado mediante el índice de MOS. No obstante, no fue posible un seguimiento de cohortes dado que el ambiente exhibió una eclosión continua, con presencia de un 70% hembras grávidas a lo largo de todo el hidroperíodo (Figura 6.2.9).

Respecto a la población de *E. virens* del Ñireco, no fue posible distinguir entre distintas cohortes. En general, los estadios más abundantes a lo largo del hidroperíodo fueron A-2 y A-1, con poca abundancia de estadios tempranos y adultos. El índice de MOS, por su parte, mostró altos valores en la primera parte del hidroperíodo, disminuyendo a partir de octubre. (Figura 6.2.10).

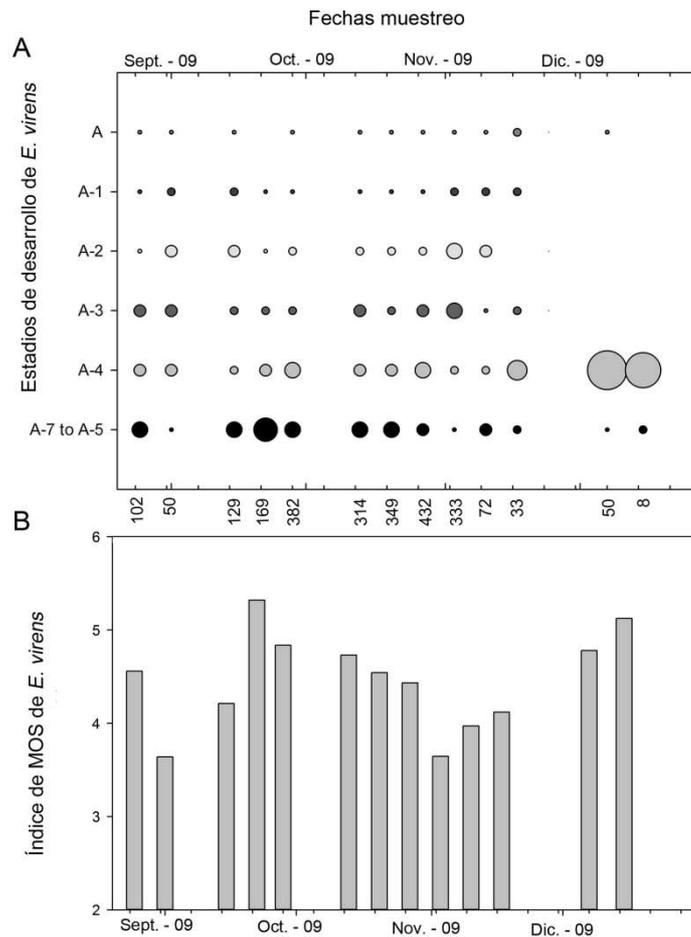


Figura 6.2.9 – *Eucypris virens* del Teleférico. A: Densidades de los distintos estadios de desarrollo (A-7 a Adulto) a lo largo del periodo muestreado, el tamaño de la burbuja indica la abundancia relativa de cada muda. La densidad total de ostrácodos se indica en la base del gráfico B: Índice ontogenético medio (MOS).

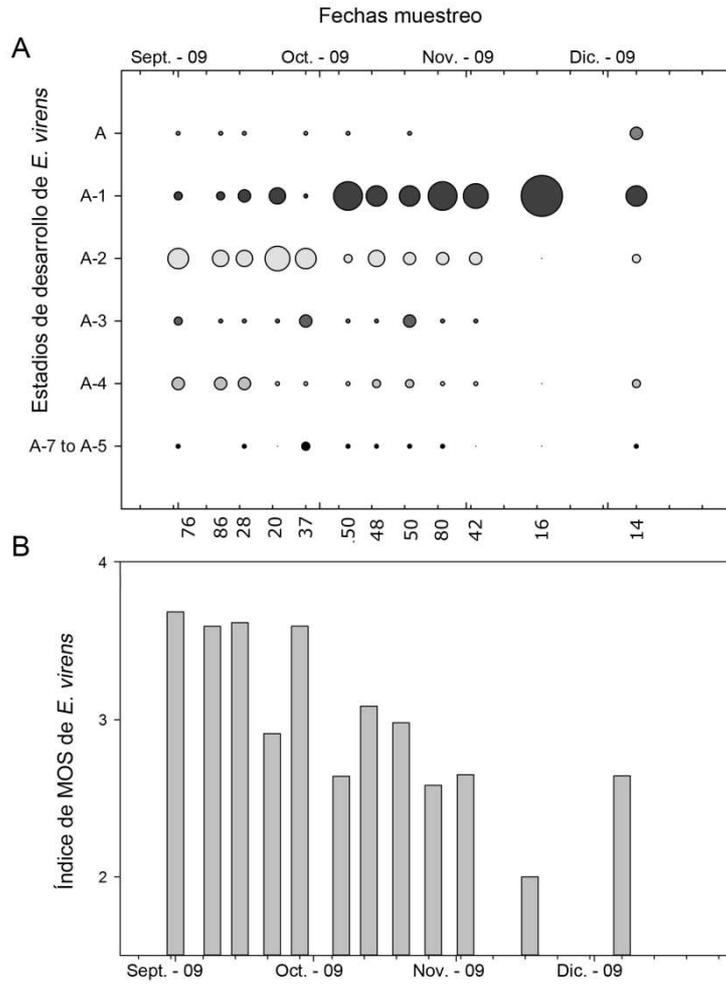


Figura 6.2.10 – *Eucypris virens* del Ñireco. A: Densidades de los distintos estadios de desarrollo (A-7 a Adulto) a lo largo del periodo muestreado, el tamaño de la burbuja indica la abundancia relativa de cada muda. La densidad total de ostrácodos se indica en la base del gráfico. B: Índice ontogenético medio (MOS).

6.3 Secuencias holocénicas

Testigo “Cari-Laufquen” (CLG 99-5b)

Ostrácodos

El análisis de la fauna de ostrácodos se realizó sobre 93 muestras de sedimento. El material recuperado presentó un óptimo estado de preservación, con una pequeña proporción de valvas rotas y/o retrabajadas.

La asociación de especies estuvo conformada por diez especies: *Limnocythere rionegroensis* Cusminsky y Whatley (variedad 1 y variedad 2, Cusminsky *et al.* 2011); *L. patagonica* Cusminsky y Whatley; *Riocypris* sp. 1; *Eucypris virgata* Cusminsky y Whatley; *Amphicypris nobilis* Sars; *Potamocypris unicaudata* Schäfer; *Ilyocypris ramirezi* Cusminsky y Whatley; *Newnhamia patagonica* (Vávra); *Candobrasilopsis brasiliensis* (Sars) y *Penthesinelula araucana* (Löffler). Se registraron individuos adultos para todas las especies, excepto para *E. virgata*. No obstante, en los niveles 470, 270, 210, 205, 190 y 125 cm no se registraron ostrácodos adultos de ninguna especie. Por su parte, los niveles 275, 215 y 165 cm fueron estériles.

L. rionegroensis (var. 1 y 2) fue la especie ubicua y de mayor abundancia, con una contribución de entre el 40 y 100% dentro del ensamble de especies. Los siguientes taxones más abundantes fueron *Riocypris* sp. 1 y *I. ramirezi*, con una representación del 40% y el 33%, respectivamente. Las especies restantes presentaron una frecuencia menor al 5%.

Estructura poblacional

El análisis de estructura poblacional se realizó sobre *L. rionegroensis sensu lato*, dado que ésta fue la especie mejor representada a lo largo de todo el testigo CLG 99-5b. La proporción juveniles/adultos varió marcadamente a lo largo de la secuencia, con una media de $4,15 \pm 4,19$, un mínimo de 0 y un máximo de 10 (Figura 6.3.1). Esta relación se correlacionó positivamente con la abundancia de

adultos de *L. rionegroensis* ($DF = 1$; $F = 60,56$; $p < 0.001$ y $R^2 = 0,42$). En general, la relación machos/hembras fue menor a 1 a lo largo de toda la secuencia, excepto en los niveles 310, 115, 45 y 15 donde la relación se invirtió y se encontraron más de dos machos por cada hembra. Asimismo, se observó un leve aumento en la proporción de machos luego del nivel 125 cm (Figura 6.3.1).

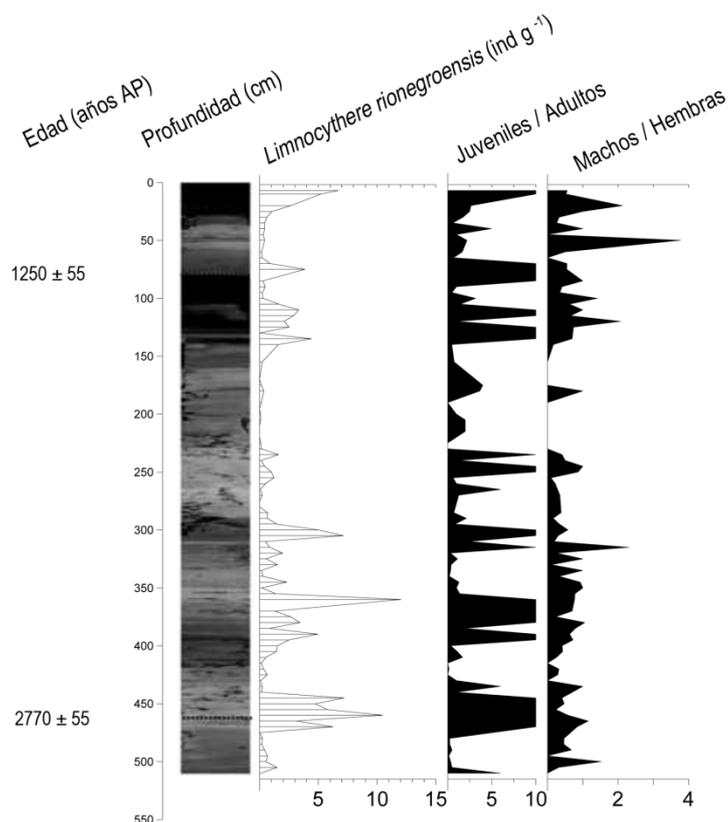


Figura 6.3.1 – Estructura poblacional de *L. rionegroensis*, relación juveniles/adultos y machos/hembras.

Asociación de especies

El análisis de agrupamiento basado en las asociaciones de especies de ostrácodos, permitió la diferenciación de cinco zonas (Figura 6.3.2).

La zona CLG-Z1 (505 a 390 cm) presentó una baja abundancia de ostrácodos en los niveles inferiores y superiores (menos de $1,6 \text{ ind g}^{-1}$), con un notable aumento en el sector medio de la zona, alcanzando un máximo de $10,7 \text{ ind g}^{-1}$. *L. rionegroensis* var. 1 fue la especie dominante a lo largo de toda la zona,

acompañada por *Riocypris* sp. 1 en distintos niveles. *L. patagonica* y *A. nobilis* sólo se registraron en la parte media de OZ1; *P. araucana*, *I. ramirezi* y *C. brasilensis* se hallaron en los centímetros superiores.

La zona CLG-Z2 (390 – 230cm) mostró fluctuaciones en la abundancia de ostrácodos, con altos valores en los niveles 355 cm (12,9 ind g⁻¹) y 300 cm (8,4 ind g⁻¹). Hacia los niveles superiores, luego de los 285 cm, se observó una marcada disminución en la ocurrencia de estos organismos (densidad máxima de 1,6 ind g⁻¹). Si bien *L. rioengroensis* var. 1 continuó siendo la especie dominante, se registró un incremento en la abundancia de las especies *Riocypris* sp. 1 y *L. rioengroensis* var. 2. Entre los niveles 300 y 290 cm, asociados con el segundo pico de abundancia, se registró un aumento en la riqueza específica de ostrácodos. En este intervalo *P. araucana*, *I. ramirezi*, *P. unicaudata*, *Riocypris* sp. 1, *L. rionegroensis* var. 2, junto con la dominante *L. rionegroensis* var. 1, conformaron la comunidad de ostrácodos.

La zona CLG-Z3 (230 - 70 cm) mostró en sus niveles inferiores la menor densidad (0,4 ind g⁻¹) y riqueza de ostrácodos de toda la secuencia, siendo *L. rionegroensis* var. 1 la única especie presente. Hacia los niveles superiores, se observó un incremento en la abundancia y riqueza específica. En esta sección *L. rionegroensis* var. 1 fue el taxón dominante, con una baja ocurrencia de ejemplares de *L. rionegroensis* var. 2, *L. patagonica*, *Riocypris* sp. 1, *I. ramirezi* y *N. patagonica*.

La zona CLG-Z4 (70-30 cm) exhibió una baja densidad de ostrácodos, con valores inferiores a los 1,1 ind g⁻¹. En esta zona se observó un importante incremento en la abundancia de *Riocypris* sp. 1 (hasta un 60%), acompañado por un decrecimiento en la abundancia de *L. rionegroensis* var. 1. Asimismo, se registró la presencia de *P. araucana* en el nivel de 45 cm.

La zona CLG-Z5 (30-0cm) mostró un incremento en la abundancia de ostrácodos desde la base hacia el tope de la zona. Además, se registró una baja riqueza específica, con un ensamble conformado por *L. rionegroensis* var. 1 e *I. ramirezi*.

CLG - 995b

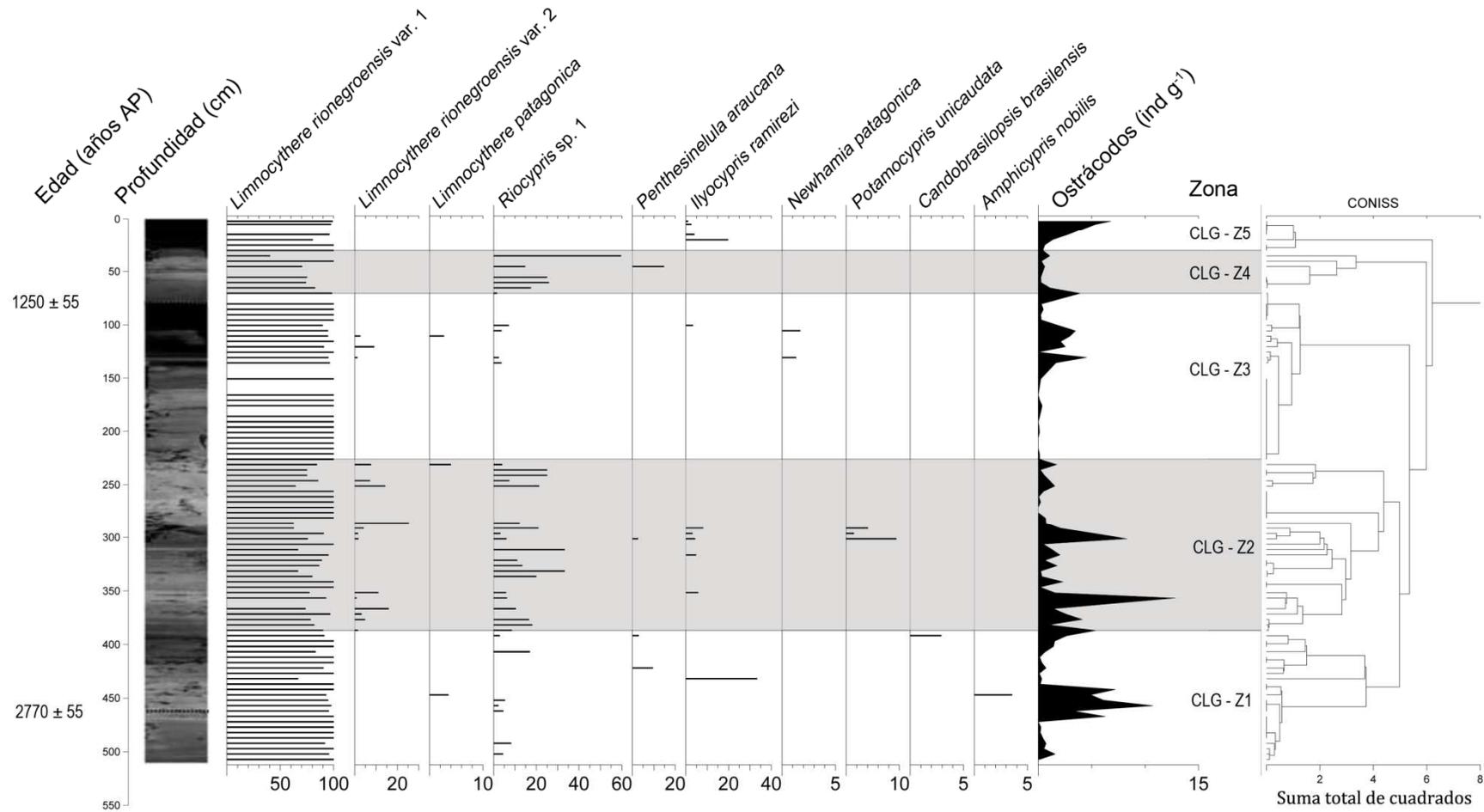


Figura 6.3.2 –Zonas establecidas por el CONISS. Abundancia de especies de ostrácodos expresadas como abundancia relativa (%), densidad total de ostrácodos expresada como individuos g^{-1} . Se incluyen las edades antes del presente (AP).

Testigo “El Toro”**Cronología**

A partir de las dataciones radiocarbónicas se obtuvo una edad de 620 ± 30 años AP a los 30 cm de profundidad y de 274 ± 29 años AP en el nivel 25 (Tabla 6.3.1).

Profundidad (cm)	Técnica de datación	Muestra ID	Edad $^{14}\text{C} \pm 1\sigma$ (años AP)	Probabilidad media (cal DC)	Años Cal 2σ (cal DC)
25	14C	D-AMS 007271	274 ± 29	1585	1508-1672
30	14C	Beta-338142	620 ± 30	1399	1323-1433

Tabla 6.3.1 – Edades ^{14}C y calibradas para el lago El Toro, a partir de modelo de edad confeccionado con el programa OxCal 4.2 (Bronk Ramsey, 2013) y la curva de calibración para el Hemisferio Sur, referencias: DC: después de Cristo (Hogg *et al.*, 2013).

Las edades obtenidas (^{14}C y ^{137}Cs) fueron integradas en un modelo de edad, aplicando un modelo bayesiano con el programa OxCal 4.2 (Bronk Ramsey, 2013) y utilizando la curva de calibración para el Hemisferio Sur (ScCal13, Hogg *et al.* 2013) para convertir las edades radiocarbónicas en edades calendario. El modelo resultante presentó un rango de probabilidad entre 68,2% y 95,4% (1σ y 2σ) (Daga com. pers., Figura 6.3.3). De acuerdo al mismo, la tasa de sedimentación tendió a incrementarse hacia el tope de la secuencia, con un valor de $0,27 \text{ mm años}^{-1}$ en los niveles inferiores y $2,56 \text{ mm años}^{-1}$ en los últimos diez niveles.

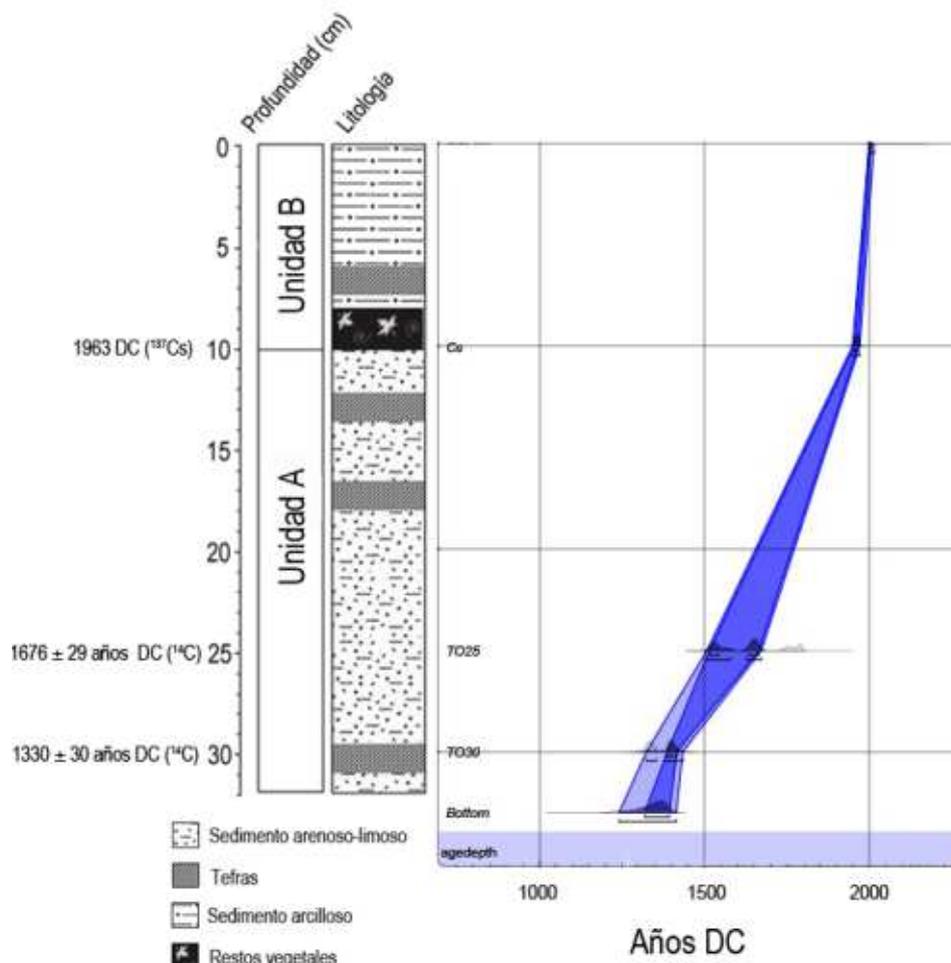


Figura 6.3.3 – Modelo de edad para el testigo El Toro, en base a las dataciones con ^{14}C y ^{137}Cs .

Ostrácodos

El estudio de la fauna ostrácodos se realizó sobre 33 muestras de sedimento. El material recuperado presentó un óptimo estado de preservación, con un porcentaje de valvas rotas menor al 5% y ausencia de valvas re TRABAJADAS.

El ensamble de especies se constituyó por cuatro taxa: *Riocypris* sp. 1, *E. virgata* Cusminsky y Whatley, 1996; *L. rionegroensis* Cusminsky y Whatley, 1996 (variedad 1 Cusminsky *et al.* 2011); y *L. patagonica* Cusminsky y Whatley, 1996. *Riocypris* sp. 1 y *E. virgata* se registraron en todas las muestras, mientras que *L. rionegroensis* estuvo ausente entre los niveles 26-20 y 13-12 cm y *L. patagonica*

sólo se encontró en los niveles 11 y 10 cm. En todas las muestras se registraron individuos juveniles, de todos los estadios; por el contrario no se registraron ejemplares adultos en los niveles 22, 21, 13 y 2 cm.

Estructura poblacional

El análisis de estructura poblacional se realizó sobre todas las especies recuperadas de la secuencia, a excepción de *L. patagónica*, ya que de la misma sólo se recuperaron escasas valvas adultas. La relación valvas/caparazones fue mayor a 1 a lo largo de toda la secuencia, sin embargo se observó un marcado incremento a partir del nivel 17 cm. Las máximas concentraciones de valvas se registraron a los 13 y 2 cm de profundidad (Figura 6.3.4). La relación juveniles/adultos fue de 221/1 para *Riocypris* sp. 1 y de 3/1 para *L. rionegroensis*. Para ambas especies se observaron los mayores valores en los niveles inferiores, decreciendo por encima del nivel 27 cm (Figura 6.3.4).

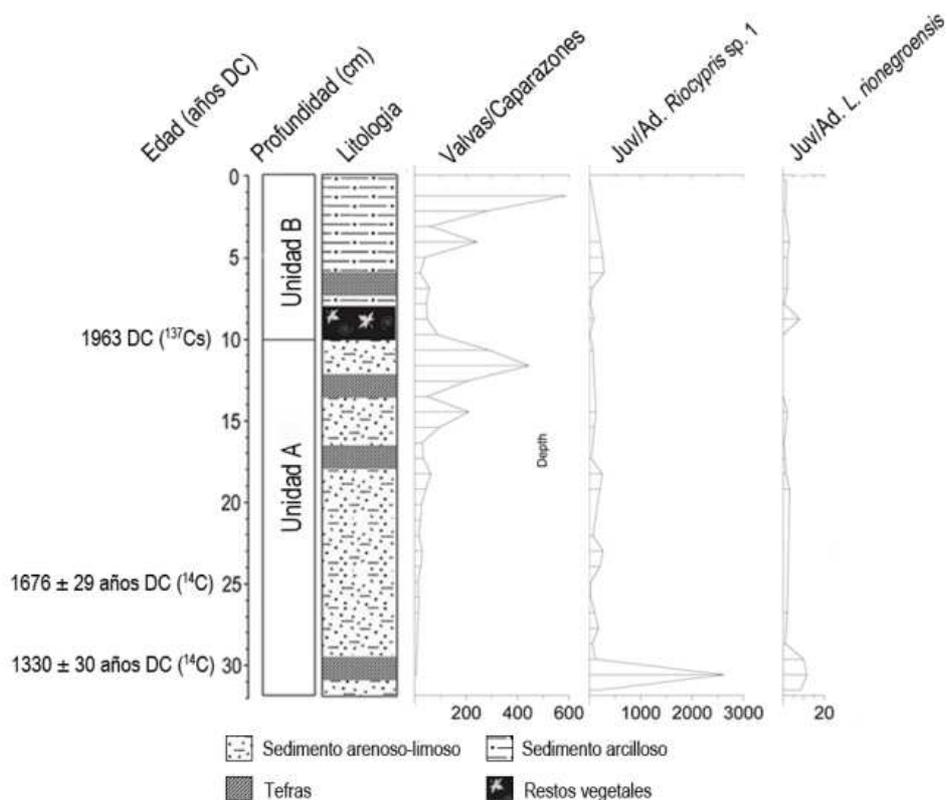


Figura 6.3.4 – Relación valvas/caparazones y juveniles/adultos de las distintas especies recuperadas del testigo El Toro.

Asociación de especies

El análisis de agrupamiento en base a las asociaciones de especies de ostrácodos delimitó cinco zonas (BZ; Figura 6.3.5).

La zona ET-Z1 (32,5-29 cm ~ 1300-1400 DC) se caracterizó por una elevada abundancia de ostrácodos, principalmente en los niveles basales. El ensamble de especies estuvo compuesto principalmente por *L. rionegroensis* var. 1 y *Riocypris* sp. 1, con una pequeña proporción de *E. virgata* (1,8%). En los niveles inferiores de la zona *L. rionegroensis* var. 1 fue la especie más abundante, mientras que en los superiores fue gradualmente reemplazada por *Riocypris* sp. 1.

La zona ET-Z2 (29-22 cm, ~ 1400-1650 DC) se caracterizó por una alta abundancia de ostrácodos hasta el nivel 26 cm, con un posterior decrecimiento hacia los niveles superiores. *Riocypris* sp. 1 dominó el ensamble de especies a lo largo de toda la zona, con importantes contribuciones de *E. virgata*, principalmente en la base de la BZ2. *L. rionegroensis* var. 1 sólo estuvo presente en el nivel 28 cm, en una baja densidad (2 ind g⁻¹).

La zona ET-Z3 (22 -12 cm, ~ 1650 – 1850 DC) exhibió una baja abundancia de ostrácodos en los primeros y últimos niveles, con la mayor ocurrencia (24 ind g⁻¹) a los 18 cm. La comunidad de ostrácodos estuvo integrada por *Riocypris* sp. 1 y *L. rionegroensis* var. 1, junto con una importante proporción de *E. virgata* en la base y tope de la zona. A lo largo de este intervalo se evidenció una marcada alternancia entre las especies dominantes *Riocypris* sp. 1 y *L. rionegroensis* var. 1.

La zona ET-Z4 (12-10 cm, 1850 – 1963 DC) se inició con una baja abundancia de ostrácodos, incrementándose hacia los niveles finales (23 ind g⁻¹). *Riocypris* sp. 1 fue la especie más abundante, con pequeñas contribuciones de los limnocytheridos *L. rionegroensis* var. 1 y *L. patagonica* en los niveles superiores.

La zona ET-Z5 (10 – 0 cm, 1963 – 2002 DC) presentó una densidad variable entre 0 ind g⁻¹ y 28 ind g⁻¹. En el nivel 10 cm se registró la mayor riqueza específica del testigo El Toro, con la presencia de las cuatro especies de ostrácodos determinadas (*Riocypris* sp. 1, *L. rionegroensis* var. 1, *E. virgata* y *L. patagonica*).

Riocypris sp. 1 y *L. rionegroensis* var. 1 dominaron la asociación de especies en la base y el tope de la zona, mientras que *E. virgata* fue la especie más abundante en la sección media de ET-Z5.

El Toro

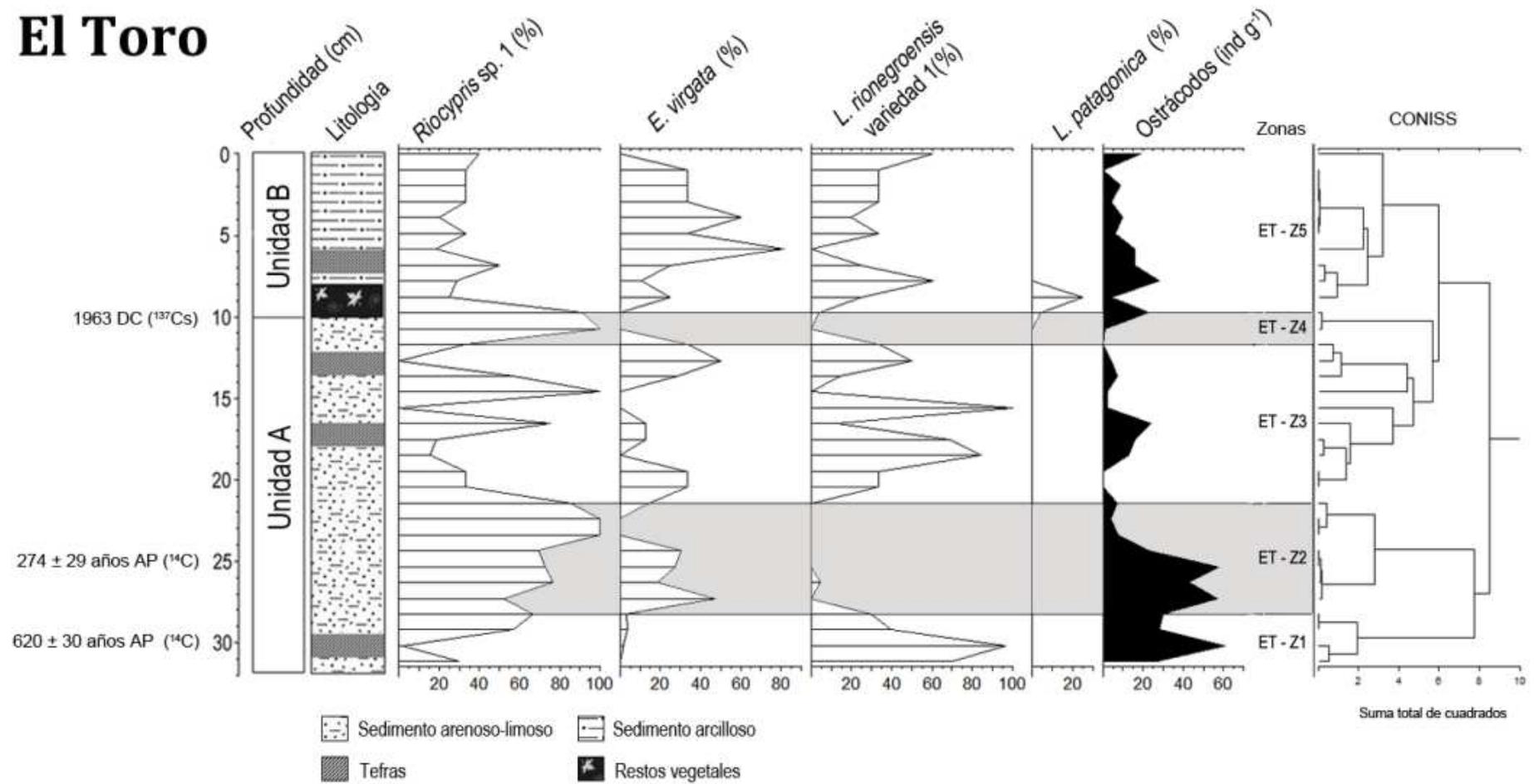


Figura 6.3.5 –Zonas establecidas por el CONISS. Abundancia de especies de ostrácodos expresadas como abundancia relativa (%), densidad total de ostrácodos expresada como individuos g⁻¹. Se incluyen las edades antes del presente (AP) y después de Cristo (DC).

6.4 Integración de datos

La información taxonómica y ecológica recabada en los muestreos actuales constituyó el set de datos a utilizar en la realización de una función de transferencia. Esta técnica permitiría inferir valores para una variable ambiental de relevancia, a partir de la respuesta biológica de los ostrácodos observada durante los muestreos en ambientes actuales.

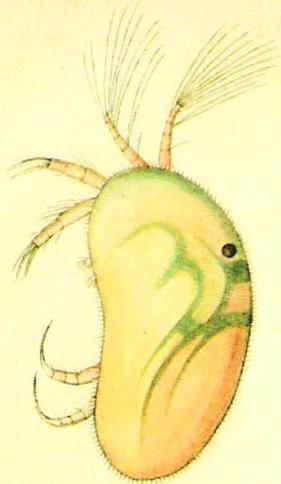
Como se observó previamente, la conductividad y la temperatura fueron los gradientes más importantes a los que respondieron los ostrácodos y, por lo tanto, que podrían utilizarse en funciones de transferencia (Tabla 6.2.6). Es importante tener en consideración que estos análisis indican la existencia de una correlación significativa entre estas variables y los datos de los ostrácodos, lo que no implica que sean la causa de dicha distribución. En este contexto, dado que numerosos estudios han mostrado que la conductividad afecta en gran medida la distribución de la clase Ostracoda (Mourgiart y Roux 1990; Mourgiart y Carbonel 1994; Akdemir 2008; Iglkowska y Namiotko 2012; Ruiz *et al.* 2013; Rasouli *et al.* 2014; Zhai *et al.* 2014; Coviaga y Cusminsky 2015) y que previamente se han utilizado estos organismos en reconstrucciones de paleosalinidades (Mezquita *et al.* 2005; Mischke *et al.* 2007; 2009; Marco-Barba *et al.* 2013), se optó por modelar una relación entre la conductividad y las especies de ostrácodos patagónicos.

El modelo resultante (Tabla 6.4.1) presentó un error relativamente bajo, siendo en promedio de 5,8% del gradiente estudiado. No obstante, exhibió un r^2 muy bajo, caracterizado por valores cercanos a 0,2. Este valor, que indica la correlación existente entre lo obtenido y lo esperado, debe ser como mínimo de 0,6. Por ende, el modelo obtenido presentó una muy baja *performance* y no fue posible realizar una función de transferencia para reconstruir la variable conductividad.

	Apparent			Jack-Knifed			
	r^2	Max. Dev.	RMSE	r^2	Max. Dev.	RMSEP	RMSEP as % of gradient
Conductividad							
WA-INV	0.56	847	428	0.23	1522	577.21	5.0784
WA-CLA	0.56	510	572	0.29	1895	746.71	6.5696
WAT-INV	0.56	884	429	0.25	1390	615.65	5.4165
WAT-CLA	0.56	932	573	0.21	1702	781.67	6.8772
WA-PLS-1	0.56	801	429	0.23	1164	595.43	5.2386
WA-PLS-2	0.66	669	378	0.21	1080	646.74	5.6901

Tabla 6.4.1 – Modelo realizado mediante regresiones WA y WA-LPS.

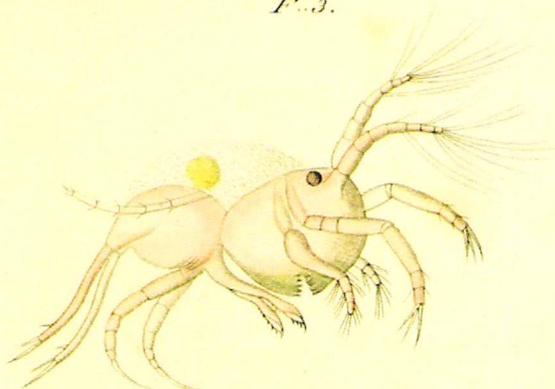
F. 1.



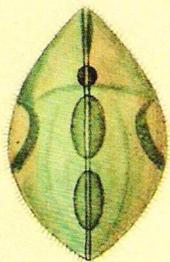
F. 2.



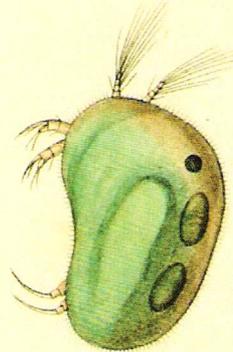
F. 3.



F. 5.



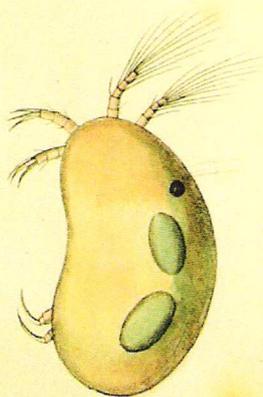
F. 6.



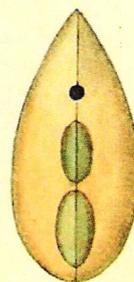
F. 4.



F. 7.



F. 8.



M. de Jurine pinxit

Ameyach Sculpit

Jurine 1820

Discusión

7. Discusión

7.1 Sistemática

A partir del estudio de muestras de ostrácodos actuales y holocénicas se determinaron 26 especies. Algunas de ellas fueron registradas por primera vez en la región Neotropical: *Bradleystrandesia fuscata*, *Potamocypris unicaudata*, *Tonnacypris lutaria* y *Herpetocypris intermedia*. Las dos primeras han sido citadas previamente para las regiones Paleártica y Neártica, mientras que *T. lutaria* y *H. intermedia* se encuentran distribuidas hasta el momento sólo en la región Paleártica (Martens y Savatnalinton 2011). Esta región presenta el mayor número de géneros (87) y especies (702) de ostrácodos, constituyendo más del doble de los taxa relevados en la región Neotropical (55 géneros y 275 especies). Este patrón posiblemente se encuentre sesgado por una incompleta exploración de muchas áreas de Latinoamérica (Martens *et al.* 2008).

Por otro lado, se registraron por primera vez en Argentina a *Heterocypris hyalinus* y *Penthesinelula araucana*. La primera ha sido citada exclusivamente en Paraguay (Klie 1930), mientras que *P. araucana* sólo se encontró en muestras actuales del lago Villarica, Chile (Löffler 1961). El registro de *Heterocypris salina*, por su parte, constituye su primera cita en ambientes actuales de Argentina. Hasta el momento, dicho taxón sólo fue recuperado en secuencias cuaternarias (Bertels y Martinez 1990, D'Ambrosio 2014). La presencia de *Newnhamia patagonica* en la secuencia Cari-Laufquen Grande constituye su primer registro holocénico.

Finalmente, se citan por primera vez en Patagonia a *L. cusminskyae* y *Amphicypris argentinensis*, ambas halladas únicamente en la provincia de Buenos Aires.

Como se mencionó previamente para las especies citadas por primera vez en la región Neotropical, estos primeros registros en Argentina y en Patagonia

probablemente sean consecuencia de una falta de muestreos en la región y no a una ausencia real de las especies (Martens y Behen 1994). La escasa información que se tiene de este tipo de áreas poco exploradas con frecuencia conduce a una subestimación de la riqueza específica (Yavuzatmaca *et al.* 2015). Otra posible explicación frente a la ausencia de registros previos de estas taxa, tanto en ambientes actuales como cuaternarios, podría ser una colonización reciente. La mayor parte de estas especies fueron muestreadas en cuerpos de agua temporarios, por lo que presentan cualidades biológicas, como la producción de huevos de resistencia y la reproducción partenogenética, que les permitirían una dispersión exitosa (Koenders *et al.* 2012). No obstante, la falta de información sobre potenciales hábitats intermedios limita la posibilidad de hipotetizar sobre las posibles rutas de colonización de las mencionadas especies (Coviaga *et al.* 2015).

A partir de los resultados del análisis quetotáxico de individuos actuales de las lagunas Los Juncos, La Vertiente y El Toro, se propone el cambio nomenclatural de *Eucypris fontana* (Whatley y Cusminsky 1999, 2000; Markgraf *et al.* 2003, Cusminsky *et al.* 2005, Cusminsky *et al.* 2011, Ramón Mercau *et al.* 2012, Ramos *et al.* 2015a), reasignándola al género *Riocypris*. La argumentación de este cambio fue presentada en la sección de **Observaciones** del capítulo *Resultados - Sistemática* (pag XX). Esto constituye un claro ejemplo de la importancia de integrar el estudio de ostrácodos actuales y fósiles, permitiendo de este modo una apropiada identificación de las especies. Una correcta identificación taxonómica resulta sumamente necesaria para realizar correctas interpretaciones, fundamentalmente para aquellos taxa presentes en registros fósiles y utilizadas como paleoindicadores en reconstrucciones paleoambientales.

7.2 Ostrácodos actuales

Dentro del marco de esta tesis se muestrearon 40 cuerpos de agua, de los cuales en 36 se observó la presencia de ostrácodos. El altísimo porcentaje de ocurrencia afirma el éxito de este grupo como colonizadores (Martens *et al.* 2008) y corrobora su capacidad de habitar prácticamente todo tipo de ambientes dulceacuícolas (Meisch 2000). La amplia distribución de estos organismos se relaciona con su plasticidad ecológica, basada tanto en una gran tolerancia frente a limitaciones ambientales como en la adaptación a diferentes tipos de alimentación y reproducción (Rodríguez-Lazaro y Ruiz-Muñoz 2012). Asimismo, muchas de las especies dulceacuícolas producen huevos de resistencia, son partenogenéticas, presentan cámaras incubadoras de huevos o poseen una combinación de estas estrategias que les facilitan la dispersión. El viento, las aves e incluso los humanos pueden transportar dichos estadíos con facilidad, siendo para las especies con hembras partenogenéticas e incubadoras de huevos teóricamente posible que un único espécimen origine una nueva población (Martens *et al.* 2008).

El análisis de la fauna actual de ostrácodos se restringió a aquellos ambientes donde se corroboró la presencia de este grupo. Debe considerarse, no obstante, que quizás los cuatro sitios donde no se registraron estos organismos en realidad los alberguen pero en muy bajas abundancias. Esta reducción en el set de datos permite focalizar los análisis en la respuesta de las especies frente a los gradientes ambientales, sacándole peso a los requerimientos ecológicos de la clase Ostracoda como grupo y, al mismo tiempo, reduciendo los efectos de no registrar una especie donde posiblemente habitaba (Mezquita *et al.* 2005). De este modo, el estudio se centra en los óptimos de las distintas especies y no en los extremos de tolerancia para las distintas variables ambientales.

En general, los ambientes muestreados presentaron una riqueza específica baja, lo cual parece ser una característica frecuente en ambientes patagónicos, tanto holocénicos como actuales (Markgraf *et al.* 2003, Cusminsky *et al.* 2011,

Ramón Mercau *et al.* 2012, Coviaga *et al.* 2015). Los sitios con mayor riqueza se localizaron en la Estepa patagónica, posiblemente dado que es el área con el mayor número de ambientes muestreados. De todos modos, esta ecorregión presenta una gran extensión, albergando una gran variedad de cuerpos de agua, potencialmente habitables por los ostrácodos. La mayoría de estos sitios presentaron un alto porcentaje de vegetación (60-100%), lo que probablemente favoreció la riqueza específica. Los ostrácodos son particularmente abundantes y diversos en áreas con presencia de macrófitas, las cuales brindan una mayor complejidad estructural y favorecen la heterogeneidad de ambientes (Benzie 1989). Estudios desarrollados en lagos europeos indicaron un incremento en la riqueza y abundancia de la clase Ostracoda desde aguas abiertas hacia áreas vegetadas, correlacionado con un aumento en el tipo y cantidad de detritos disponibles (Benzie 1989, Kiss 2007). Además de proveer alimento, la presencia de macrofitas brinda a los ostrácodos un sustrato para la depositación de huevos y un refugio frente a los depredadores, disminuyendo la probabilidad de encuentro depredador-presa (Mormul *et al.* 2010).

La abundancia y riqueza de la clase Ostracoda se relacionó con las características de los sistemas acuáticos que habitan. Los análisis multivariados mostraron que la temperatura y la conductividad fueron las variables que influyeron significativamente, permitiendo reconocer cuatro asociaciones de especies (Figura 6.2.5): (1) ambientes de aguas con bajos valores de conductividad y temperaturas frías a templadas, estuvieron dominadas por *Amphicypris nobilis* y *Tonnacypris lutaria*; (2) mientras que en ambientes de elevada conductividad y temperatura, *Amphicypris argentinensis*, *Potamocypris unicaudata*, *Sarscypridopsis aculeata*, *Newnhamia patagonica* y *Riocypris* sp. 1 fueron las especies dominantes; (3) *Heterocypris hyalinus*, *Ilyocypris ramirezi*, *Herpetocypris intermedia*, *Cypridopsis vidua* y *Heterocypris incongruens* por su parte, se asociaron positivamente con la temperatura de los sistemas acuáticos, y en el extremo opuesto, (4) con preferencias por aguas frías se encontraron *Cypris pubera*, *Bradleystrandesia fuscata* y *Eucypris virens*.

La concentración de oxígeno disuelto y de materia orgánica en los sedimentos no influyeron de manera significativa en la distribución y abundancia de las especies de ostrácodos estudiadas. La respuesta de estos organismos respecto a la concentración de oxígeno y materia orgánica ha sido evaluada para diferentes especies del Hemisferio Norte (Mezquita *et al.* 1999d, Dole-Oliver *et al.* 2000, Meisch 2000, Kulkoyluoğlu 2004, Yılmaz y Kulkoyluoğlu 2006, Iglíkowska y Namiotko 2012, Mischke *et al.* 2012). No obstante, la escasa de información sobre el efecto de estas variables sobre los ostrácodos patagónicos, impide la posibilidad de hipotetizar sobre su influencia.

Grupo 1: aguas frías y de baja conductividad

El primero de estos grupos, integrado por *T. lutaria* y *A. nobilis*, se asoció a cuerpos de agua de bajos valores de conductividad y temperatura, con pH relativamente neutros. Estas características fueron típicas de los ambientes localizados hacia el extremo oeste de la transecta muestreada. Los cuerpos de agua andinos se caracterizan por sus bajos valores de conductividad, ya que son alimentados principalmente por aguas de deshielos, y por un contenido iónico enriquecido en elementos como Ca, HCO₃ y SiO₂, lo cual probablemente se deba a la litología de sus cuencas (Pedrozo *et al.* 1993, Diaz *et al.* 2000, 2007). Los ambientes localizados en el sector andino se caracterizan por presentar suelos ricos en materia orgánica (Dirección de Bosques 2003), siendo los relativamente bajos valores registrados, consecuencia de una subestimación debido a la presencia de cenizas.

Tonnacypris lutaria se muestreó exclusivamente en condiciones de baja conductividad, temperaturas relativamente frías y pH neutros, siendo la especie presente en las aguas de menor concentración iónica (24 µS cm⁻¹). Esta especie habitó ambientes de hidroperíodos estacionales, restringidos desde otoño-invierno a primavera. Estudios desarrollados en la región Paleártica han definido a *T. lutaria* como una especie de aparición temprana, con preferencias por aguas diluidas y templado-frías (Mezquita *et al.* 1999b, Meisch 2000, Altınsaçlı y Griffiths

2001, Van der Meeren *et al.* 2009). Asimismo, en relevamientos realizados a lo largo de un hidropériodo en ambientes de Patagonia Norte, se registró su presencia exclusivamente durante los muestreos de invierno e inicios de primavera (Coviaga *et al.* 2015).

En concordancia con los resultados de este estudio *A. nobilis* fue registrada previamente en ambientes vegetados, con aguas de concentraciones iónicas moderadas, pero mayores a las de esta tesis. No obstante, dichos autores la sugieren como una especie característica de aguas con bajo a moderado contenido de solutos (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005). Cabe mencionar que tanto en esta tesis como en otros ambientes de la zona (Coviaga obs. pers.), *A. nobilis* siempre se encuentra conviviendo con renacuajos. Dado el gran tamaño que alcanzan los individuos de *A. nobilis*, es posible que estos organismos utilicen a los renacuajos como fuente de alimento. Ostrácodos y anfibios son dos grupos ubicuos y bien adaptados a vivir en ambientes temporarios. Primeramente, se creía que existía una relación trófica unidireccional entre ambos grupos, donde los anfibios cumplirían el rol de depredadores y los ostrácodos de presas, sin embargo estudios recientes han sugerido una interacción opuesta. Ottonello y Romano (2011) han corroborado experimentalmente sus observaciones de campo, demostrando que los ostrácodos actúan como depredadores activos de huevos y renacuajos de anfibios.

Grupo 2: aguas de elevada conductividad y templadas

El segundo grupo está compuesto por *A. argentinensis*, *Riocypris* sp. 1, *S. aculeata*, *P. unicaudata* y *N. patagonica*, quienes mostraron preferencias por aguas de moderada a elevada conductividad, temperaturas cálidas y pH levemente alcalino. *A. argentinensis* sólo ha sido registrada previamente en la laguna Caliba, al sur de la provincia de Buenos Aires, ambiente también caracterizado por temperaturas cálidas y una conductividad alta (Fontana y Ballent 2005). En esta tesis *A. argentinensis* se encontró como especie dominante en dos lagunas

permanentes y vegetadas (50-60%), con presencia de peces: Punta de Agua Chica y Punta de Agua Grande. Esta es la especie relevada de mayor tamaño, alcanzando los adultos un tamaño de aproximadamente 4 milímetros. Debido a que los peces planctófagos modelan la estructura de tallas de la comunidad zooplanctónica hacia las especies de menor tamaño (Modenutti y Balseiro 1994, Reissig *et al.* 2006), resulta llamativa la coexistencia de esta especie de ostrácodos junto a salmónidos, madrecitas de agua y mojarras desnudas (Aguas patagónicas). Podría hipotetizarse que *A. argentinensis* estaría utilizando a modo de refugio la vegetación presente en ambas lagunas, tal como ha sido registrado en *C. vidua* (Mbahinzireki *et al.* 1991, Roca *et al.* 1993) y *Notodromas monacha* (Kiss 2004), pese a esto, carecemos de datos concretos sobre las preferencias de microhabitat de *A. argentinensis*.

Riocypris sp. 1 se encuentra ampliamente distribuida en ambientes actuales y cuaternarios de Patagonia (Whatley y Cusminsky 1999, Cusminsky *et al.* 2005, Ohlendorf *et al.* 2014). Cabe señalar que en estos trabajos *Riocypris* sp. 1 se identificó como *E. fontana*, proponiéndose en esta tesis su cambio nomenclatural (ver sección Discusión-Sistemática). A lo largo de los muestreos actuales, esta especie estuvo presente en dos lagunas cuyas conductividades se diferenciaron en un orden de magnitud (La Vertiente, sitio n° 23: 1460 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y El Toro, sitio n°20: 15500 $\mu\text{S cm}^{-1}$). Esto se encuentra en concordancia con reportes previos de Patagonia, donde se la registró bajo un amplio rango de concentraciones iónicas (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005). A su vez, estos resultados apoyan la hipótesis de que *Riocypris* sp. 1 es ampliamente tolerable respecto a la salinidad y composición iónica de los sistemas acuáticos que habita (Ramón Mercau *et al.* 2012). Es de destacar, que los individuos recuperados en la laguna El Toro se encontraban muertos en el momento del muestreo, lo que sugeriría que probablemente la alta conductividad de este ambiente (15500 $\mu\text{S cm}^{-1}$) excedería el rango de tolerancia de la especie. Esto coincidiría con reportes previos que la caracterizan como una especie oligo-mesohalina (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005, Ramón Mercau *et al.* 2012), apoyando su utilización como indicadora de paleoambientes de conductividades moderadas (Markgraf *et al.* 2003, Cusminsky *et al.* 2011). Si bien *Riocypris* sp. 1 parece ser bastante eurihalina,

recientemente se identificaron cambios en la morfología de sus valvas relacionados a la concentración de calcio y magnesio de las aguas que habitan (Ramos *et al.* 2015b). Los ejemplares recolectados en esta tesis corresponderían con la morfología *globosa* determinada por Ramos *et al.* (2015b, Fig. 10 y 11), la cual se encuentra asociada a pH levemente alcalinos y mayores concentraciones de Mg^{2+} y Ca^{2+} . Adicionalmente los ejemplares muestreados en la laguna El Toro fueron un 12,5% más largos que aquellos provenientes de la laguna La Vertiente. Este incremento en el largo alcanzado por los adultos estaría positivamente asociado a la concentración de Ca^{+2} , Mg^{2+} y K^{+} (Ramos *et al.* 2015b Figs. 8 y 9). Del mismo modo, la laguna El Toro es un ambiente de mayor conductividad que La Vertiente, lo que podría haber tenido un efecto beneficioso en el largo alcanzado por los adultos, tal como ha sido observado en ejemplares de *C. pubera* provenientes de ambientes de Patagonia Norte (Coviaga *et al.* 2015, Fig. 4A).

Sarscypridopsis aculeata se registró en tres de las cuatro ecorregiones muestreadas, ausentándose en ambientes del Bosque Andino. Habitó distintos tipos de ambientes, todos ellos vegetados (40 – 100%). Esta especie, si bien se distribuyó bajo un amplio gradiente para todas las variables medidas, mostró preferencias por aguas de moderada conductividad ($1026 - 2200 \mu S.cm^{-1}$), pH relativamente básico (8,3 - 9,6) y con una alta concentración de oxígeno ($7,3 - 13,2 mg.L^{-1}$). Adicionalmente, su presencia en la Laguna Asansa ($10950 \mu S.cm^{-1}$) sugiere que puede tolerar conductividades extremas. Estos resultados coinciden con estudios previos, que indican que *S. aculeata* es una especie mesohalina (Ganning 1971, Kùlköylüođlu & Dügel 2004, Mischke *et al.* 2007, Mischke & Zhang 2010, Martínez-García *et al.* 2015). Del mismo modo, estudios desarrollados en el Norte de España han definido que además de la conductividad, altos valores de pH y concentración de oxígeno disuelto, beneficiarían la abundancia de *S. aculeata* (Martínez-García *et al.* 2015).

Potamocypris unicaudata se recuperó en cuatro sitios muy diferentes entre sí: un chorrillo, una laguna semi-permanente y dos lagunas permanentes con peces. Su presencia en una amplia variedad de hábitats también fue reportado en el

continente europeo, donde con frecuencia coexistía con peces (Meisch 2000). Es probable que dicha convivencia sea posible por el pequeño tamaño de estos ostrácodos (con adultos de aproximadamente 0,7 mm de largo), dado que los peces estructuran la distribución de tallas de la comunidad zooplanctónica a favor de las especies de menores dimensiones ((Brooks y Dodson 1965, Dodson 1974, Hall *et al.* 1976, Vanni 1988, Carpenter y Kitchell 1993, Reissig *et al.* 2006). *Potamocypris unicaudata* se encontró en ambientes de moderada conductividad (1097 – 2200 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) y aguas templadas (13,5 – 20,8 °C), lo cual es compatible con reportes previos de Europa donde fue caracterizada como una especie frecuente en aguas levemente salinas (Meisch 1985, 2000, Löffler 1990, Scharf 1998), con un óptimo estimado para la variable temperatura de 17,2° (Viehberg 2006).

Newnhamia patagonica se halló en dos lagunas permanentes, de conductividades moderadas a altas y pH relativamente alcalinos. Esta especie fue registrada bajo concentraciones iónicas similares en ambientes localizados al sur de Patagonia (Cusminsky *et al.* 2005).

Grupo 3: aguas templadas a cálidas

Heterocypris hyalinus, *I. ramirezi*, *H. intermedia*, *C. vidua* y *H. incongruens* componen la asociación de especies número 3, la cual se asoció positivamente a un gradiente de temperatura, bajo un extenso rango de conductividad y pH.

Heterocypris hyalinus se distribuyó ampliamente hacia el este de Río Negro (ecorregión de Montes de Llanueras y Mesetas), principalmente en ambientes enriquecidos en sodio (Figura 6.2.6). Esta especie se registró en aguas cálidas, bajo amplios gradientes para las restantes variables medidas. Sin embargo al sólo estar citada previamente en Paraguay (Klie 1930), no se poseen registros con los cuales comparar los resultados obtenidos.

Ilyocypris ramirezi es considerada una especie frecuente en ambientes lóticos, de elevada energía (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005, D'Ambrosio *et al.*

2015), no obstante ha sido registrada en cuerpos de agua temporarios (Cusminsky y Whatley 1996, Whatley y Cusminsky 1999, Cusminsky *et al.* 2005). En esta tesis, se corroboraron sus preferencias por aguas de elevada energía, puesto que *I. ramirezi* se encontró exclusivamente en ambientes con aguas en movimiento. En este contexto, vale aclarar que su presencia en la laguna San Juan se restringió a la estación 2 (Laguna San Juan 2, sitio n°32), correspondiente a la zona de ingreso de un arroyo a la laguna. Probablemente, debido a su predilección por aguas en movimiento, *I. ramirezi* fue la especie dominante en el canal Acequia Ea. La Fuegoquina (sitio n°27), uno de los ambientes muestreados con mayor nivel de energía. Este sitio además presentó una conductividad baja ($215 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), sugiriendo que si bien esta especie se encuentra en un amplio rango de conductividad ($215\text{-}2200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) preferiría valores bajos para esta variable. Estudios previos desarrollados en Argentina obtuvieron resultados concordantes, estableciendo que esta especie tolera un amplio rango de salinidad y composición iónica. Sin embargo, tiende a ser más abundante en aguas de baja salinidad (Cusminsky *et al.* 2005, Laprida 2006a, Ramón Mercau *et al.* 2012).

Herpetocypris intermedia se registró en ambientes vegetados y sumamente disímiles en cuanto a sus condiciones físicas, *i.e.* un canal de mediana intensidad de corriente y una laguna permanente. Esto coincide con reportes previos, que la mencionan como una especie ubicua en una gran variedad de cuerpos de agua, incluso en ambientes de moderada energía, tales como acequias y arroyos (Meisch 2000). Respecto a sus preferencias ecológicas, *H. intermedia* se mencionó para ambientes de baja conductividad, con valores de temperatura y pH relativamente bajos. Mezquita *et al.* (1999a) la encontraron en condiciones similares en la región del Mediterráneo, definiéndola como una de las principales especies en ambientes de aguas carbonatadas, de relativamente bajas temperaturas y escasa mineralización.

Cypridopsis vidua prefiere ambientes someros y vegetados (Meisch 2000), en coincidencia con los resultados de esta tesis, donde se ha registrado principalmente en lagunas con abundante vegetación (50 – 90%). En este estudio, *C. vidua* se

encontró en amplios gradientes para todas las variables medidas, coincidiendo con reportes previos que la definen como un taxón de amplios rangos de tolerancia de pH, temperatura y conductividad (Külköylüoğlu 2003, Külköylüoğlu 2004, Dügel *et al.* 2008, Torres Saldarriaga y Martínez 2010). En la laguna Club Pesca Choele Choele, los ejemplares recuperados de *C. vidua* se hallaron entre las raíces de la vegetación y presentaron valvas hialinas, sin la característica coloración verdosa ni las dos bandas oscuras a lo largo de sus valvas (Meisch 2000). Dado que este ambiente contaba con la presencia de peces planctófagos (principalmente pejerreyes y percas), posiblemente la selección del hábitat y la falta de coloración podrían ser adaptaciones fenotípicas adquiridas por estos ostrácodos para evitar la predación (Alonso *et al.* 2004). Estudios experimentales han demostrado que los ejemplares *C. vidua* son especialmente vulnerables a la depredación, debido a la conspicua coloración de su caparazón. Es posible que ésta sea una de las razones por la cual en ambientes naturales *C. vidua* se refugia entre la vegetación, de modo de evitar la depredación (Mbahinzireki *et al.* 1991, Roca *et al.* 1993). Se ha observado que en áreas con presencia de macrofitas, el éxito de los depredadores es usualmente bajo dada la compleja estructura de este tipo de hábitats (Kiss 2004).

Heterocypris incongruens, por su parte, fue registrada en nueve sitios, seis de los cuales eran chorrillos de moderada energía. En general se considera a esta especie típica de ambientes temporarios y pequeños cuerpos de agua permanente (Meisch 2000), aunque en Patagonia ha sido registrada en arroyos y surgentes (Schwalb *et al.* 2002). Asimismo esta especie, En este estudio *H. incongruens* presentó los rangos más amplios para todas las variables medidas, corroborando la alta tolerancia de la misma respecto a la temperatura, salinidad y bajas concentraciones de oxígeno disuelto (Mezquita *et al.* 1999a, Meisch 2000, Külköylüoğlu 2004, Martins *et al.* 2010).

Grupo 4: aguas frías

En el extremo opuesto del gradiente de temperatura, se situó el cuarto grupo de especies, conformado por *B. fuscata*, *C. pubera* y *E. virens*. *Bradleystrandesia fuscata* se distribuyó en lagunas muy similares, todas ellas presentaron un régimen hídrico irregular, aguas enriquecidas en calcio y un alto porcentaje de vegetación (70-100%). Estos resultados coinciden con relevamientos realizados en Europa, donde fue caracterizada como un taxón típico de ambientes estacionales y poco frecuente en cuerpos de agua permanentes (Meisch 2000). Adicionalmente, estudios llevados a cabo en Polonia y Finlandia han identificado una asociación entre *B. fuscata* y aguas con elevados contenidos de oxígeno y calcio (Iglikowska y Namiotko 2012).

Cypris pubera se encontró en ambientes localizados al oeste de la Estepa Patagónica, limitando con la ecorregión de Bosques Patagónicos. Dichos cuerpos de agua se caracterizaron por presentar aguas de baja temperatura, moderada conductividad y enriquecidas en potasio. Estudios realizados en ambientes dulceacuícolas del Tíbet sugieren un óptimo de conductividad baja para esta especie, junto con un estrecho rango de tolerancia para dicha variable (Mischke *et al.* 2007). Particularmente en Patagonia, *C. pubera* sólo ha sido citada en la laguna temporaria Los Juncos (provincia de Río Negro), caracterizada por aguas alcalinas y de moderada conductividad (Gilbert 2012, Ramón Mercau *et al.* 2012, Coviaga *et al.* 2015).

Por su parte, *E. virens* fue la especie más frecuente dentro de los ambientes actuales muestrados, presente en tres de las cuatro ecorregiones muestreadas y abarcando un amplio rango de temperatura y pH. Esta especie, común en ambientes temporarios (Meisch 2000), es un taxón de colonización temprana, lo que la ubica entre los primeros ostrácodos en aparecer luego del período de inundación de los cuerpos de agua (Martins *et al.* 2010). Dentro de los cuerpos de agua relevados, *E. virens* mostró preferencias por aguas templada-frías, de baja conductividad y concentración iónica. Esta especie se desarrolla principalmente durante invierno y primavera (Meisch 2000), en aguas relativamente frías

(Mezquita *et al.* 1999a, Kulköylüoğlu 2004, Yılmaz y Kulköylüoğlu 2006) y de amplios rango de pH y salinidad (Mezquita *et al.* 1999b, 1999d).

Las características físico-químicas de los cuerpos de agua no sólo afectaron la distribución y abundancia de los ostrácodos, sino que también influyeron en el largo final de las valvas y en el ciclo de vida de estos organismos. A partir del seguimiento de poblaciones naturales se observó que los adultos de *E. virens* provenientes del Ñireco fueron menores a los hallados en Teleférico, lo cual podría estar asociado a una mayor disponibilidad de alimento. Ñireco es una charca temporaria y oligotrófica, caracterizada por un suelo arenoso y escasa vegetación (3%), mientras que Teleférico es una laguna semi-permanente y eutrófica, de suelo fangoso y totalmente vegetada (100%) (Coviaga 2011), de modo que probablemente la mayor disponibilidad de alimento en este último ambiente este beneficiando a *E. virens*, especie que se alimenta de perifiton y materia orgánica muerta (Schmit *et al.* 2007). Aguilar-Alberola y Mezquita (2008) sugirieron que ésta podría ser la causante de las mayores dimensiones alcanzadas por los adultos de *Heterocypris bosniaca* Petkowski, Scharf y Keyser, 2000 en ambientes temporarios de la Península Ibérica.

Para ambas poblaciones de *E. virens* se observó una relación negativa entre el tamaño final alcanzado por los adultos y la conductividad. Este patrón de respuesta fue observado previamente en poblaciones de esta especie relevadas en España (Martins *et al.* 2009), donde se registraron los adultos de menor tamaño asociados a aguas de elevada salinidad y concentración iónica. Por el contrario, *C. pubera* alcanzó las mayores dimensiones durante el verano, exhibiendo una correlación positiva con la conductividad. Esta relación ha sido observada en experimentos de laboratorio cultivando ejemplares de *Limnocythere inopinata* (Baird, 1843) (Yin *et al.* 1999) y *Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (van Harten 1996). Dado que las valvas de *C. pubera* presentaron los mayores largos durante el verano, se podría hipotetizar también un efecto positivo de la temperatura. La asociación entre bajas temperaturas y grandes tamaños es una característica común entre los ectotermos (Angilletta *et al.* 2004), sin embargo los ostrácodos no parecen presentar un

patrón de respuesta claro frente a este parámetro (Aguilar-Alberola y Mesquita-Joanes 2014). Experimentos con *Heterocypris barbara* (Gauthier y Brehm 1928) mostraron que, en general, bajo condiciones de bajas temperaturas se obtienen individuos de dimensiones grandes; pero, cuando la conductividad y el fotoperíodo se combinan adecuadamente con altas temperaturas, se registran los mayores individuos (Alcorlo *et al.* 1999).

Los resultados obtenidos en esta tesis no permiten individualizar la influencia de los distintos factores respecto a los tamaños por los ostrácodos adultos. Conjuntamente con la conductividad y la temperatura, muchos otros factores están influenciando la talla alcanzada por estos organismos, tales como la disponibilidad de alimento, la presión de predación, la cobertura de vegetación, la duración del hidropériodo, entre otros. Asimismo, resultan igualmente relevantes las diferencias genotípicas y la plasticidad fenotípica de los distintos taxa. De todos modos, los resultados obtenidos sugieren que la temperatura, la conductividad y la respuesta específica de cada especie son factores importantes en la determinación del tamaño final alcanzado por los ostrácodos adultos.

Las poblaciones estudiadas exhibieron una presencia exclusiva de hembras, indicando que tanto *C. pubera* como *E. virens* se reproducen partenogénicamente en el área estudiada. Esta es una característica común en organismos que habitan ambientes temporarios, como *E. virens*, *T. lutaria* y *C. pubera* (Meisch 2000, Little 2005, Van der Meeren *et al.* 2009, Martins *et al.* 2009). La reproducción partenogénica parece ser el tipo de reproducción dominante en ambientes de baja conductividad de Patagonia (Schwalb *et al.* 2002). Adicionalmente, los tres ambientes muestrados, Refugio, Ñireco y Teleférico, se localizan dentro de la región andina de Patagonia Norte, la cual estuvo bajo influencia glacial durante el Pleistoceno Superior (Markgraf 1998). En tal contexto, este tipo de reproducción podría ser la estrategia más efectiva para una exitosa colonización post-glacial (Horne *et al.* 1998, van der Meeren *et al.* 2009). No obstante, aún se desconocen los patrones geográficos de reproducción de los ostrácodos patagónicos.

La temperatura y conductividad son factores que influyen en gran medida las tasas de desarrollo de los crustáceos acuáticos (Roca y Wansard 1997; Aguilar-Alberola y Mesquita-Joanes 2011; Rossi *et al.* 2013). En efecto, el tiempo de desarrollo de *C. pubera* fue claramente dependiente de estas variables, presentando una menor duración hacia el verano, asociada a mayores valores de temperatura y conductividad. La población de Refugio de Jesús presentó un desplazamiento de cohortes relativamente discretas a lo largo de la ontogenia, con una aceleración del tiempo de desarrollo a mayores temperaturas, la duración del mismo fue de ocho semanas durante la primavera y de cinco semanas en el verano. Mientras que, en Teleférico, estas cohortes no fueron tan evidentes. La presencia de cohortes podría deberse a condiciones previas de diapausa y/o hibernación, lo cual conlleva la acumulación de determinado estadio ontogenético (Majoran *et al.* 2000). En este contexto, la constancia en las características ambientales podría interferir con el normal periodo de diapausa, dando lugar estructuras poblacionales más continuas.

Los resultados presentados en esta tesis sugieren que la distribución, la abundancia, la estructura de tallas y el ciclo de vida de los ostrácodos patagónicos se encuentran influenciados principalmente por la conductividad y la temperatura de los cuerpos de agua. En consecuencia, resultó sumamente beneficioso la realización de muestreos a lo largo de las distintas ecorregiones, *i.e.* Bosques Patagónicos, Estepa Patagónica, Montes de Llanuras y Mesetas y Espinal. Los sitios muestreados presentaron grandes diferencias en cuanto a la conductividad, temperatura y pH, de modo que al elegir estas grandes áreas como sitio de estudio se abarcaron amplios gradientes ambientales. De esta manera, se resalta que realizar estudios a lo largo de distintas ecorregiones brinda una oportunidad única para estudiar las relaciones entre las respuestas biológicas de los organismos respecto a las condiciones físico-químicas (Hassan *et al.* 2011).

La mayor parte de los estudios sobre la autoecología de la clase Ostracoda se han centrado en analizar su ocurrencia respecto a la hidroquímica de los sistemas acuáticos que habitan (Allen y Dodson 2011). En este contexto, el set de datos

recolectados en esta tesis constituye el mayor aporte sobre la ecología de estos organismos en la región. El mismo, pese a no abarcar todos los aspectos autoecológicos de los ostrácodos patagónicos, ha permitido establecer preferencias aplicables a la interpretación de secuencias holocénicas. No se descarta que la estructuración de las comunidades de ostrácodos también se encuentre influenciada por las interacciones tróficas, como cantidad y calidad de alimento, así como la competencia y predación y la historia biogeográfica de las especies (Martins *et al.* 2009, Mesquita-Joanes *et al.* 2012). Lamentablemente, en la actualidad los estudios sobre estos tópicos continúan siendo escasos (Allen y Dodson 2011). Las investigaciones sobre la interacción de los ostrácodos con otros taxa y su importancia en redes tróficas se encuentran hasta el momento poco desarrolladas (Mesquita-Joanes *et al.* 2012). Adicionalmente, los estudios sobre disponibilidad de nutrientes se focalizan en el análisis de calidad de agua, principalmente de ambientes eutróficos con un considerable disturbio antrópico (e.g., Mezquita *et al.* 1999b, Rossetti *et al.* 2004, Allen y Dodson, 2011). La falta de información sobre el efecto de variables tróficas y biológicas sobre la clase Ostracoda, especialmente en ambientes de Patagonia, resalta la necesidad de incrementar el conocimiento sobre esta temática. Por dicho motivo, en próximos estudios se pretende incluir este tipo de parámetros, a fin de evaluar y cuantificar su relevancia en la distribución, abundancia, estructura de tallas y ciclo de vida de las distintas especies de ostrácodos de Patagonia.

7.3 Secuencias holocénicas

Testigo “Cari-Laufquen” (CLG 99-5b)

Mediante el análisis de la fauna recuperada de ostrácodos, conjuntamente con el estudio de las características sedimentológicas, petrofísicas y geoquímicas se analizaron los cambios limnológicos ocurridos en la laguna durante los últimos 3000 años. Los mismos se infirieron mediante variaciones en la asociación de especies de ostrácodos y en las características de los sedimentos, interpretándolas como variaciones de conductividad. Éstas se encuentran directamente relacionadas a modificaciones en la relación evaporación/precipitación del área bajo análisis.

Ostrácodos

Las condiciones físicas de los cuerpos de agua pueden afectar la estructura poblacional del ensamble de ostrácodos fósiles, como así también la preservación de las valvas. En este contexto, las relaciones valvas/caparazones y juveniles/adultos son indicadores del nivel de energía del ambiente durante la depositación (Boomer *et al.* 2003, Keatings *et al.* 2010). El análisis de estos factores permitió caracterizar a la laguna Cari-Laufquen como un ambiente de tanatocenosis de baja energía, y por lo tanto, un buen indicador de las condiciones ambientales en las que se desarrolló la fauna de ostrácodos (Boomer *et al.*, 2003). La relación juveniles/adultos varió a lo largo del testigo y estuvo positivamente relacionada con la abundancia de ostrácodos, señalando que los períodos favorables para el desarrollo de este taxón también resultaron beneficiosos para la preservación de las valvas. Los intervalos con un bajo número de juveniles podrían deberse a una remoción de los estadios más pequeños, indicando condiciones de mayor energía durante el proceso de depositación (Boomer *et al.* 2003, Keatings *et al.* 2010).

En el testigo Cari-Laufquen se recuperaron diez especies: *Limnocythere rionegroensis* variedad 1 y 2, *L. patagonica*, *Riocypris* sp. 1, *Eucypris virgata*, *Amphicypris nobilis*, *Potamocypris unicaudata*, *Ilyocypris ramirezi*, *Newnhamia patagonica*, *Candobrasilopsis brasiliensis* y *Penthesinelula araucana*. Esta asociación de especies evidencia la presencia de un ambiente lacustre durante los últimos 3000 años. La mayor parte de los taxa identificados se encuentran distribuidos en Patagonia, siendo previamente recuperados en sedimentos del Pleistoceno-Holoceno provenientes de la cuenca Cari-Laufquen (Cusminsky y Whatley, 1996; Whatley y Cusminsky, 1999; Pineda, 2008, Cusminsky *et al.* 2011). Asimismo se recuperaron en sedimentos holocénicos del lago Cardiel (Markgraf *et al.* 2003; Cusminsky *et al.* 2011) y las lagunas Los Juncos (Cusminsky y Whatley, 1996) y Chaltel (Ohlendorf *et al.* 2014).

Se registraron ostrácodos adultos para todas las especies, excepto para *E. virgata*, de la cual sólo se hallaron valvas juveniles débilmente calcificadas. Esta es una especie ampliamente distribuida en Patagonia, tanto en registros cuaternarios como actuales (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005, Ramón Mercau *et al.* 2012, Ohlendorf *et al.* 2014). También se la encontró en muestras modernas (Schwalb *et al.* 2002) y afloramientos de edad Pleistoceno tardío-Holoceno temprano de la laguna Cari-Laufquen Grande (Cusminsky y Whatley 1999). Por esta razón, se hipotetiza que la ausencia de *E. virgata* adultos podría ser consecuencia de una pobre preservación en la secuencia analizada.

La alta dominancia de *L. rionegroensis* a lo largo de todo el testigo sugiere la prevalencia de condiciones de alta conductividad en la laguna Cari-Laufquen Grande durante los últimos 3000 años. Esta especie es típica de ambientes de elevada concentración iónica, tales como lagos y lagunas temporarias (Schwalb *et al.* 2002). Recientemente se definieron dos variedades de *L. rionegroensis*, señalando que la variedad 1 habita ambientes de mayor concentración iónica que la variedad 2 (Cusminsky *et al.* 2011). Estas observaciones corroboran lo propuesto por Whatley y Cusminsky (1999, 2000) y Cusminsky *et al.* (2005), quienes señalan a *L. rionegroensis* como posible indicador de aguas salinas y, por lo

tanto, condiciones climáticas. Esta interpretación es posible dado que en regiones áridas y semiáridas existe una relación directa entre el clima y la hidrología de las cuencas endorreicas (Holmes *et al.* 1998). De este modo, se puede establecer que los cambios hidrológicos evidenciados a través de la concentración o dilución de las sales disueltas en los cuerpos de agua, son resultado de variaciones en el balance evaporación/precipitación (Piovano *et al.* 2002).

La interpretación paleolimnológica del análisis de agrupamiento (CONISS), junto con el análisis de la información sedimentológica, petrofísica y geoquímica, permitió evidenciar cambios en el nivel de la laguna a lo largo del Holoceno tardío. La zona CLG-Z1 comenzó con una abundancia de ostrácodos baja y un ensamble dominado por *L. rionegroensis* var. 1, sugiriendo condiciones de elevada salinidad en la laguna. Esta alta relación evaporación/precipitación probablemente se encuentre asociada a un período árido, de menor humedad y mayor temperatura durante el intervalo 3600-3000 años AP. Esta etapa fue reconocida mediante análisis polínicos del Cerro Verlika en la provincia de Santa Cruz, Argentina (Mancini 2001) y en estudios sobre avances neoglaciales de los Hielos Patagónicos Sur en Chile (Glasser *et al.* 2004). En el sector medio de CLG-Z1 se observó una asociación de especies característica de ambientes de menor salinidad. En particular, la presencia de *L. patagonica* y *A. nobilis* sugiere un lago con condiciones de baja concentración iónica y abundante vegetación (Schwalb *et al.*, 2002). A continuación, la alta proporción de *I. ramirezi* indica un importante incremento en los aportes de aguas corrientes hacia el lago (Schwalb *et al.*, 2002; Markgraf *et al.*, 2003), lo que podría estar vinculado a condiciones más húmedas y mayores precipitaciones en el área. Los altos porcentajes de contenido de agua y carbono orgánico total, observados en el sector medio de CLG-Z1, también sugieren un período de mayor humedad y nivel del lago (Piovano *et al.* 2002). Hacia el tope de esta zona, la presencia de *P. araucana* y *C. brasiliensis*, junto con *L. rionegroensis* var. 1 y *Riocypris* sp. 1, indica una continuidad en las condiciones de moderada salinidad en la laguna. El incremento en la densidad y susceptibilidad magnética de los sedimentos observada en este sector podría provenir de un aumento de la escorrentía, derivada de un incremento de las precipitaciones (Sepúlveda *et al.*

2009, Iglesias *et al.* 2011). Este período, caracterizado por un balance evaporación/precipitación negativo, estaría vinculado con las condiciones de mayor humedad y menor temperatura que produjeron un avance glacial del campo de hielo Patagónico Sur, Chile, durante los 2700-2000 años AP (Mercer 1970).

En la zona CLG-Z2 el decrecimiento en la abundancia de *L. rionegroensis* var. 1, junto con el incremento en la abundancia de *Riocypris* sp. 1 y la presencia de *L. rionegroensis* var. 2, *P. araucana*, *I. ramirezi* y *P. unicaudata* sugieren la persistencia de aguas relativamente diluidas en la laguna. En el sector medio de esta zona, la presencia de *I. ramirezi*, especie característica de aguas de alta energía, junto con *Riocypris* sp. 1, indicaría que el lago estuvo probablemente alimentado por manantiales y arroyos (Schwalb *et al.*, 2002; Markgraf *et al.*, 2003; Coviaga *et al.*, en preparación). En forma análoga, el incremento en la susceptibilidad magnética observado en esta sección podría estar vinculado con una mayor contribución terrestre, consecuencia de un alto grado de escorrentía debido a un acrecentamiento de las lluvias (Sepúlveda *et al.* 2009, Iglesias *et al.* 2011). El aumento de este parámetro también podría atribuirse a un incremento en la evaporación y una consiguiente desecación de la laguna (Ariztegui *et al.* 2008). Sin embargo, a partir del estudio de los ostrácodos desarrollado en esta tesis se observó la presencia de una fauna característica de condiciones menos salinas, lo que señalaría que en el testigo Cari-Laufquen los altos valores de susceptibilidad magnética derivan de un aumento en la escorrentía. Si bien, debido a la presencia de hiatus a lo largo de la secuencia (Ariztegui *et al.* 2001) no se pudo realizar un modelo de edad, probablemente el gran desarrollo de la laguna Cari-Laufquen durante CLG-Z2 corresponde al período de mayor humedad registrado en la laguna Acuelo (33°50'S, 70°54'O, Chile) en el intervalo 1750-1550 años AP (Jenny *et al.* 2002).

La baja abundancia de ostrácodos en la primera parte de la zona CLG-Z3 refleja un período desfavorable para el desarrollo de este grupo. Asimismo, la dominancia de *L. rionegroensis* var. 1 sugiere un aumento en la salinidad de la laguna y condiciones áridas en el área de Cari-Laufquen (Whatley y Cusminsky, 1999; Cusminsky *et al.*, 2005). Posteriormente, la presencia de *L. rionegroensis* var. 2, *L.*

patagonica, *Riocypris* sp. 1, *I. ramirezi* y *N. patagonica* señala un período de aguas más diluidas. En los niveles superiores de la zona CLG-Z3, *L. rionegroensis* var.1 fue la única especie registrada, probablemente a causa de un nuevo incremento en la salinidad del lago. Esto podría estar asociado con el período de altas temperaturas registrado por Elbert *et al.* (2013) en el lago Castor (45°36'S, 71°47'O) y la laguna Escondida (45°31'S, 71°49'O), Chile, durante los 1350 y 800 años AP.

La siguiente zona (CLG-Z4) exhibió una abundancia de ostrácodos baja, con un notable aumento en la abundancia de *Riocypris* sp. 1, asociada a una disminución en la ocurrencia de *L. rionegroensis* var. 1 y un nuevo registro de *P. araucana*. Este ensamble de especies sugiere condiciones de menor concentración iónica y un mayor desarrollo de la laguna, resultado de una disminución en la relación evaporación/precipitación. Análogamente, el incremento en la susceptibilidad magnética en CLG-Z4 indica un alto grado de escorrentía, posible consecuencia de mayores precipitaciones en el área (Sepúlveda *et al.* 2009). Condiciones de mayor humedad también han sido inferidas en la laguna Acuelo (Chile), donde el incremento en la frecuencia de la fase clástica entre los 1350 y 1150 años AP señaló un aumento en los eventos de inundación y, por lo tanto, de las lluvias (Jenny *et al.* 2002). Asimismo, entre los 1075 y 675 años AP, se ha detectado una transición de condiciones áridas a húmedas, junto con un enfriamiento sostenido (Villalba 1994 a, b; Sepúlveda *et al.* 2009; Elbert *et al.* 2013).

La última zona (CLG-Z5) presentó sólo dos especies: *L. rionegroensis* var. 1 y *I. ramirezi*. La elevada ocurrencia de *I. ramirezi* en los niveles iniciales de esta biozona sugieren un aumento en el número y/o intensidad de las aguas que ingresan en el lago (Schwalb *et al.* 2002). Esto coincide con lo reportado por Jenny *et al.* (2002), quien registró una mayor frecuencia de eventos de inundación en la laguna Aculeo (Chile) en el período comprendido entre los 650 y los 250 años AP, consecuencia de condiciones más húmedas debido a un incremento en la intensidad de los vientos del oeste. Bertrand *et al.* (2005) y Sepúlveda *et al.* (2009) igualmente encontraron evidencias de condiciones más frías y mayores

precipitaciones entre los 450 y los 250 años AP, sugiriendo una expresión regional de la Pequeña Edad de Hielo (Little Ice Age, LIA) en Patagonia Norte. Hacia el tope de CLG-Z5 se observó un incremento en la proporción de *L. rioenegrans* var.1, lo que indicaría un retorno a condiciones más someras y salinas en la laguna, producto de una disminución en las precipitaciones. Trabajos previos desarrollados en anillos de árboles mostraron un clima cálido en la región a lo largo de gran parte de los siglos XIX y XX (Lara y Villalba 1993; Luckman y Villalba 2001). Esto es soportado por los registros lacustres, los cuales indicaron un período seco entre 1700 y 1900 DC (Bertrand *et al.* 2005, Ariztegui *et al.* 2007, Boës y Fagel 2007, De Batist *et al.* 2008, Guilizzoni *et al.* 2009).

Testigo “El Toro”

En base al estudio de la fauna recuperada de ostrácodos, junto con las características litológicas, geoquímicas y mineralógicas de los sedimentos, se reconstruyó la historia limnológica de la laguna El Toro a lo largo de los últimos 650 años. Los cambios en el balance hidrológico fueron inferidos mediante variaciones en la asociación de especies ostrácodos, en las características sedimentarias y contenido de sílice biogénica, e interpretados en términos de fluctuaciones en la conductividad. Estos cambios estarían respondiendo a parámetros ambientales, dentro de los cuales la conductividad parecería ser el más importante.

Cronología y tasas de sedimentación

La cronología de la secuencia se estableció mediante dataciones radiocarbónicas y mediciones de la actividad específica del ^{137}Cs . A partir de los fechados obtenidos con ^{14}C y ^{137}Cs se desarrolló un modelo de edad y se estimó una tasa de sedimentación de $0,27 \text{ mm y}^{-1}$ en los niveles inferiores del testigo. Esta baja tasa coincide con aquellas registradas en otros lagos de la estepa patagónica, *i.e.* Potrok Aike (Anselmetti *et al.* 2009, Massaferro *et al.* 2013) y Cháltel (Ohlendorf *et al.* 2014). En base a las dataciones con ^{137}Cs se estimó una tasa de sedimentación media de $2,56 \text{ mm y}^{-1}$ para el intervalo 1963-2002, correspondiente a la unidad litológica B. Este marcado incremento en la tasa de sedimentación podría ser consecuencia de una mayor productividad en el lago y/o en la conservación de la materia orgánica (Mourguiart 2000, Fey *et al.* 2009), como así también de un aumento de la entrada de material clástico hacia la cuenca (Fey *et al.* 2009, Ohlendorf *et al.* 2014), posiblemente relacionado con un período más húmedo. Del mismo modo, una disminución en la relación evaporación/precipitación permitiría un mayor desarrollo de la laguna, aspecto que se ha vinculado con elevadas tasas de sedimentación (Piovano *et al.* 2002).

Análisis de tefras

Los cuatro niveles de tefras identificados en el testigo El Toro presentaron una composición dominada por productos volcánicos evolucionados dacítico-riolíticos, generados a partir de erupciones explosivas de magmas ácidos de la Zona Volcánica Sur (Southern Volcanic Zone; SVZ). Una de las mayores erupciones históricas en esta región de los Andes fue la del volcán Quizapu, en 1932, a más de 500 km al norte, con una gran dispersión a lo largo del continente y un amplio rango composicional (51-70% SiO₂) (Hildreth y Drake 1992; Ruprecht *et al.* 2012). Dicha dispersión de cenizas alcanzó los 40° y la mineralogía reportada incluyó plagioclasas, anfíboles y piroxenos como principales fases. De todos modos, es la única erupción reportada con una dispersión piroclástica extendida, lo que imposibilita su correlación con los niveles de tefras identificados en El Toro.

A más 330 km hacia el sur de la laguna El Toro se ubica el volcán Chaitén, el cual tuvo varias erupciones explosivas y riolíticas durante el Holoceno (Amigo *et al.* 2013; Lara *et al.* 2013), que probablemente alcanzaron la región de El Toro. No obstante, el carácter riolítico y la presencia de cristobalita entre sus productos (Daga *et al.* 2014) permiten descartarla como fuente de origen de las tefras reconocidas en la secuencia estudiada.

La composición geoquímica de las tefras recuperadas en el testigo El Toro también se asemeja a la presente en los productos provenientes del complejo volcánico Cordón Caulle (CCVC), situado a 150 km hacia el Oeste, el cual tuvo varias erupciones durante las últimas centurias. Daga y colaboradores recolectaron 2 cm de cenizas en la laguna El Toro luego de la erupción del Cordón Caulle en el 2011 (Daga *et al.* 2013), confirmando la posibilidad de que previas erupciones del CCVC hayan afectado el área. Las erupciones de este complejo volcánico presentan gran abundancia de productos síliceos en comparación con otros volcanes del SVZ (Lara *et al.* 2004), permitiendo así una amplia dispersión. En algunas de las tefras recuperadas del testigo El Toro se reconocieron poblaciones de vidrios andesíticos, los que también han sido observados en componentes volcánicos recuperados en las proximidades del CCVC (Daga *et al.*

2006, Daga *et al.* 2012). Aunque la homogeneidad en la composición de los productos de CCVC (Gerlach *et al.* 1988; Daga *et al.* 2006; Bertrand *et al.* 2014) no permite la diferenciación entre tefras, en este caso dada la concordancia con el modelo de edad establecido, la posición estratigráfica puede utilizarse para correlacionar estos niveles con eventos eruptivos históricos. Es notable que, las bien documentadas erupciones del CCVC ocurridas en 1960 y 1921-1922, junto con el evento de 1759 (González-Ferrán 1995; Lara *et al.* 2006) recientemente identificado en lagos del Parque Nacional Nahuel Huapi (Daga *et al.* 2010), se correlacionan temporalmente con los tres niveles de tefras superiores registradas en la secuencia de El Toro. Dado que no existen registros de erupciones anteriores a la de 1759 para CCVC, TO31 no pudo ser asignada a ningún evento del complejo volcánico. De todos modos y pese a la correlación estratigráfica, la mineralogía de las tefras reconocidas en El Toro no coincide con las de CCVC, donde los piroxenos son minerales frecuentes en las fases de los productos pero no así los anfíboles. En consecuencia, no es posible correlacionar los niveles de tefras con eventos del CCVC, necesitándose más información para dilucidar el origen de los anfíboles. Por dicha razón, los niveles con tefras no fueron incluidos en el modelo de edad.

Ostrácodos

Se registró la presencia de ostrácodos a lo largo de toda la secuencia, evidenciando la existencia de un ambiente lacustre durante los últimos 650 años. En todos los niveles se registraron individuos adultos y juveniles, indicando condiciones de tanatocenosis de baja a moderada energía, con cierto grado de perturbación post-mortem, pero aun el testigo constituyó un buen indicador del ambiente donde la comunidad de ostrácodos se desarrolló (Boomer *et al.* 2003).

En el testigo El Toro se recuperaron cuatro especies: *E. virgata*, *L. rionegroensis* (variedad 1), *L. patagonica* y *Riocypris* sp. 1. Esta asociación se halló anteriormente en ambientes de la estepa patagónica, caracterizados por una hidrología directamente dependiente del balance evaporación/precipitación (Cusminsky y

Whatley 1996, Whatley y Cusminsky 1999; Schwalb *et al.* 2002, Pineda 2008, Ramón Mercau *et al.* 2012, Cusminsky *et al.* 2011).

En base a las asociaciones de especies de ostrácodos el análisis de agrupamiento delimitaron cinco zonas. La primer zona (ET-Z1 ~ 1300-1400 DC) presentó gran abundancia de ostrácodos, sugiriendo un período de condiciones ambientales favorables para el desarrollo y preservación de este grupo. En los niveles iniciales se observó una dominancia de *L. rionegroensis* var.1, junto con sedimentos de alta densidad y bajo contenido de materia orgánica y sílice biogénica. Esto hace presumir un bajo nivel de agua y una alta concentración iónica en la laguna, asociada a una alta relación evaporación/precipitación. Los limnocytheridos son la fauna dominante en lagos salinos (Forester 1991), particularmente *L. rionegroensis* ha sido propuesto como posible indicador de aguas salinas y (paleo) ambientes áridos de Patagonia (Whatley y Cusminsky 1999; Cusminsky *et al.* 2005). En el último nivel de ET-Z1 (30-29 cm) se observó un decrecimiento en la abundancia de la clase Ostracoda, con un ensamble dominado por la especie mesohalina *Riocypris* sp. 1 (Schwalb *et al.* 2002), junto con un decrecimiento en la densidad y un aumento en el contenido de materia orgánica de los sedimentos. Estas características señalan una disminución de la salinidad, consecuencia de un aumento en el nivel de la laguna. Este mayor desarrollo de El Toro podría estar relacionado a condiciones de bajas temperaturas y mayor humedad, debido a un fortalecimiento de los vientos del oeste (Jenny *et al.* 2002). Durante este período se registraron condiciones húmedas y frías en la región, coincidentes con el primer pulso de la Pequeña Edad de Hielo (LIA, por sus siglas en inglés) (Villalba 1990, 1994; Bertrand *et al.*, 2005).

La siguiente zona (ET-Z2 ~ 1400-1650 DC) comenzó con una alta abundancia de ostrácodos, que fue decreciendo hacia el tope. El ensamble de especies estuvo dominado por *Riocypris* sp. 1 y *E. virgata*, ambas especies frecuentes en ambientes de aguas levemente diluidas (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005, 2011). El aumento en el contenido de materia orgánica y sílice biogénica, junto con una baja densidad sedimentaria, también sugieren la persistencia de un alto nivel del lago y

condiciones de baja salinidad, como consecuencia de condiciones más húmedas y frías en la región. Estos resultados concuerdan con los reportados por Bertrand *et al.* (2005), quienes encontraron evidencias de un clima húmedo durante 1490-1700 DC, mediante la observación de un aumento en el aporte de material terrestre hacia la cuenca del lago Puyehue. En el mismo ambiente, Boës y Fagel (2007) detectaron un incremento de las precipitaciones desde 1510 a 1630 DC. Paralelamente, al Este de la cordillera estudios realizados sobre anillos de crecimiento de árboles y avances glaciares revelaron un período frío desde principios del siglo XVI hasta mediados del XVII (Villalba 1990, 1994a).

En la tercer zona ET-Z3 (~ 1650–1912 DC) se observó una recuperación en la abundancia de ostrácodos, aunque sin alcanzar los altos valores de los niveles iniciales de la secuencia. La reaparición de *L. rioengroensis* var. 1 en esta biozona sugiere el desarrollo de un lago salino y somero, lo cual también fue evidenciado por un incremento en la densidad sedimentaria, acompañado con un decrecimiento de los contenidos de materia orgánica y sílice biogénica. Estos parámetros sugieren una disminución en la profundidad de la laguna, en coincidencia con el período seco y frío deducido por Lara y Villalba (1993) y Bertrand *et al.* (2005) alrededor de los 1700-1900 DC. Pese a que durante este período la laguna El Toro presentó una mayor concentración iónica, la alternancia entre *L. rioengroensis* var. 1 y los cypridoideos *Riocypris* sp. 1 y *E. virgata* refleja fluctuaciones en el balance evaporación/precipitación, probablemente en respuesta a las anomalías de temperatura medidas entre 1700 – 1800 DC (Luckman y Villalba 2001).

La siguiente zona (ET-Z4 ~ 1912–1963 AD) exhibió una baja abundancia de ostrácodos en el nivel basal, incrementándose hacia el nivel superior. El ensamble de ostrácodos estuvo marcadamente dominado por *Riocypris* sp. 1, lo cual señala un decrecimiento en la salinidad, que podría asociarse a un nuevo aumento del nivel del lago (Markgraf *et al.* 2003, Cusminky *et al.* 2011, Ohlendorf *et al.* 2014). Durante los años 1920 a 1935 DC se han identificado condiciones frías en Patagonia Norte, mediante el estudio de anillos de *Fitzroya cupressoides* y de

información proveniente de estaciones meteorológicas a ambos lados de la cordillera (~ 40°S, Lara y Villalba 1993). Por su parte, Mundo *et al.* (2012), sugiere la existencia de un período húmedo durante 1930-1950 DC en la cuenca del río Neuquén.

El límite entre las zonas ET-Z4 y ET-Z5 coincide con la transición entre las dos unidades litológicas, observándose marcados cambios en la litología y en las tasas de sedimentación. La zona ET-Z5 (1963–2002 DC) presentó gran abundancia de *L. rionegroensis* var.1 en los niveles inferiores, indicando un aumento de la salinidad respecto a la biozona anterior, producto de una disminución en la profundidad de la laguna. Durante este período, estudios desarrollados en base a anillos de crecimiento de *Austrocedrus chilensis* identificaron una pronunciada sequía en Patagonia Norte (Villalba *et al.* 1998). Del mismo modo, Mundo y colaboradores reconstruyeron un período con un bajo caudal del río Neuquén durante los años 1952 y 1976, registrándose una extrema sequía entre 1967-1969 (Mundo *et al.* 2012). A continuación, se observó un aumento en la abundancia de *Riocypris* sp 1. y *E. virgata*, lo que sugiere un período de aguas más diluidas, probablemente resultado de un balance evaporación/precipitación negativo. En este intervalo se registraron los mayores valores de sílice biogénica, junto a una disminución en la concentración de calcio, indicando que la laguna El Toro presentó una mayor profundidad, con un alto grado de dilución de sólidos en suspensión y un incremento en la precipitación de sílice biogénica. Este aumento en el contenido de sílice biogénica sugiere un período de menor salinidad, dado que, en general, existe una tendencia de incremento de la disolución con la salinidad (Ryves *et al.* 2009). Análogamente, Rizzo (2007) detectó un gran desarrollo de la comunidad de quironómidos en la laguna El Toro a partir de 1960 DC, lo que concuerda con una disminución de la salinidad de la laguna a partir de mediados del siglo XX. El incremento en el nivel del lago podría estar vinculado con el inicio de un período más húmedo (Villalba, 1994; Villalba *et al.* 1998) con abundantes precipitaciones alrededor de 1970, 1980 y mediados de 1990 DC (Masiokas *et al.* 2008).

Otro factor a tener en consideración en el análisis de la zona ET-Z5 es la construcción de embalses a lo largo del río Limay a partir de la década del '60, hecho que podría haber afectado el clima regional, especialmente a través de un incremento de la humedad (Rizzo 2007). La primera de estas represas fue Ramos Mexía, inaugurada en el año 1973 DC, continúan en orden de apertura Arroyito (1983), Alicurá (1984), Piedra del águila (1993) y Pichi Picún Leufú (1999). Hacia los niveles superiores de la biozona ET-Z5 se registró un aumento en la ocurrencia de la clase Ostracoda, con una alta abundancia de *L. rionegroensis* var. 1, sugiriendo un incremento en la salinidad de El Toro, probablemente asociado a una nueva disminución en la profundidad. Esto coincide con estudios desarrollados en la región, en los cuales se identificaron bajas precipitaciones y altas temperaturas en las últimas décadas del siglo XX (Villalba *et al.* 2003, Masiokas *et al.* 2008). Particularmente el año 1998 se destacó por ser extramadadamente seco en Patagonia Norte (con los menores registros de precipitaciones desde 1905), quizás en consecuencia de fuertes condiciones del fenómeno La Niña y una anormalmente alta polaridad de la Oscilación Antártica (Mundo *et al.* 2012).

En resumen, el análisis de la fauna de ostrácodos y las características sedimentarias de los testigos Cari-Laufquen Grande y El Toro permitió evidenciar fluctuaciones en el nivel de las lagunas a lo largo del Holoceno tardío. Ambas son cuencas endorreicas, cuyas hidrologías se encuentran controladas principalmente por el balance evaporación/precipitación. Por este motivo, las variaciones en la profundidad pueden ser interpretadas como consecuencia de variaciones climáticas.

Los testigos estudiados mostraron asociaciones de especies similares, con patrones de respuestas equivalentes, *i.e.* períodos con un mayor balance de evaporación/precipitación estuvieron dominados por *L. rionegroensis*, mientras que en intervalos con aguas más diluidas *Riocypris* sp. 1 fue la especie dominante, con importantes aportes de *L. ramirezi* en períodos de mayor escorrentía. Esto corrobora la utilidad de los ostrácodos como indicadores paleoambientales para Patagonia Norte.

Cabe mencionar que, si bien esta tesis se centra en el estudio de las asociaciones de especies de ostrácodos, también resalta la importancia del análisis conjunto de diferentes proxies. Esto se evidencia principalmente en la interpretación de la densidad sedimentaria, la cual difiere en las dos secuencias holocénicas analizadas. Altos valores para esta variable pueden indicar tanto un aumento en la escorrentía hacia la cuenca, debido a mayores precipitaciones (Sepúlveda *et al.* 2009, Iglesias *et al.* 2011), como bajos niveles de agua e incluso eventos de desecación (Ariztegui *et al.* 2008). Ambas interpretaciones son potencialmente posibles, siendo difícil decidir cuál es la correcta si no se tienen otros elementos a disposición (Ariztegui com. pers.). En este contexto, el análisis de la fauna de ostrácodos permitió definir el escenario paleoclimático más parsimonioso (Coviaga *et al.* en preparación).

7.4 Integración de datos actuales y holocénicos

El estudio de muestras de ostrácodos actuales y holocénicas corroboró que este grupo se encuentra ampliamente distribuido en Patagonia. Sin embargo, estudios previos realizados dentro de la ecorregión de Bosques Patagónicos (oeste de Patagonia Norte) no han recuperado ostrácodos en secuencias cuaternarias, lo que probablemente se deba a que la acidez de dichos ambientes impidió la preservación de las valvas (Whatley y Cusminsky 2000). La correcta preservación de las mismas requiere que el pH de las aguas sea neutro o ligeramente básico (Delorme 1991). Por otro lado, los suelos de esta región son ricos en materia orgánica, lo que no resulta beneficioso para la conservación de las valvas (Holmes *et al.* 1998, Pérez *et al.* 2010). Asimismo, ostrácodos que viven en este tipo de ambientes, en aguas de baja conductividad y pH, usualmente presentan valvas delgadas y débilmente calcificadas, las cuales se disuelven rápidamente luego que el individuo muere (De Deckker 2002, Armstrong y Brasier 2005).

A partir del análisis de muestras actuales se identificaron 23 especies, diez de las cuales se encuentran citadas en secuencias cuaternarias de Patagonia Norte, resaltando el potencial uso de estos organismos como herramientas en interpretaciones paleoambientales. En este contexto, un mayor conocimiento sobre la ecología de las especies actuales resulta fundamental para una correcta interpretación de las asociaciones preservadas en los sedimentos (Torres Saldarriaga y Martínez 2010), permitiendo como objetivo final identificar cambios ambientales y climas pasados (Lorenschat y Schwalb 2013). Asimismo, resulta necesaria una correcta determinación taxonómica de las especies, con su consecuente consenso entre los investigadores. De esta manera, se podrán efectuar en forma precisa y correcta comparaciones e interpretaciones, tanto fósiles como actuales. La identificación taxonómica a partir de registros paleontológicos suele ser compleja (Torres Saldarriaga y Martínez 2010), por lo que contar con representantes actuales (*i.e.* con partes duras y blandas) resulta una conveniente

herramienta en la dilucidación del estatus taxonómico de los distintos ejemplares. (ver Discusión Sistemática – *Riocypris* sp. 1 y *Riocypris* sp. 2).

Por otro lado, respecto a las especies identificadas en ambientes actuales y que no poseen registros en secuencias cuaternarias de Patagonia (i.e. *A. argentinensis*, *B. fuscata*, *H. hyalinus*, *T. lutaria*), se sugiere una colonización reciente. Desafortunadamente, la falta de muestreos en la región limita la capacidad de hipotetizar acerca de las rutas de colonización de dichas especies (Coviaga *et al.* 2015).

La abundancia y riqueza específica de la fauna actual de ostrácodos patagónicos se relacionó con las características de los sistemas acuáticos. Particularmente, se reconocieron preferencias ecológicas para muchas de las especies determinadas, las cuales resultan de gran utilidad en interpretaciones paleoambientales de Patagonia Norte, motivo por el que se utilizaron en la interpretación de las secuencias holocénicas Cari-Laufquen Grande y El Toro.

Ambientes de moderada conductividad presentaron como especies típicas a *Riocypris* sp. 1, *L. patagonica* y *N. patagonica*. La primera de estas especies se encontró bajo conductividades de moderadas a altas, lo cual ratifica su condición de estenohalina (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005, Ramón Mercau *et al.* 2012). Esta amplia tolerancia le permite coexistir con la halófila *L. rionegroensis*, de modo que la dominancia de una u otra especie permite definir que tan salino fue el paleoambiente que se está interpretando. Adicionalmente, a partir de las diferencias de tamaño observadas en los ejemplares actuales de *Riocypris* sp. 1, las cuales posiblemente se deban a las diferencias de conductividad y concentración de Ca^{+2} , Mg^{2+} y K^{+} (Coviaga *et al.* 2015, Ramos *et al.* 2015b), se plantea que el tamaño de estos ejemplares podría también utilizarse como indicador del grado de salinidad del paleoambiente estudiado. *Limnocythetere patagonica* es una especie distribuida en Patagonia pero que suele encontrarse en baja abundancia, dificultando el estudio de sus preferencias ecológicas. Su presencia en ambientes actuales de Patagonia Norte caracterizados por conductividades moderadas, coincide con lo reportado para Patagonia Sur (Ramón Mercau *et al.* 2012),

corroborando así su utilización como indicadoras de aguas levemente salinas. *Newnhamia patagonica* se asoció a aguas de conductividades moderadas, lo que también se observó recientemente en lagunas de la provincia de Santa Cruz (obs. pers.). Esta especie se recuperó por primera vez en secuencias cuaternarias a partir del estudio del testigo CariLaufquen Grande, indicando su presencia en Patagonia por lo menos desde el Holoceno tardío. En este contexto, se plantea su potencial empleo como indicadora de salinidades medias.

Ilyocypris ramirezi se distribuyó ampliamente en el área de estudio, presente exclusivamente bajo condiciones de elevada energía. Esto ratifica su utilización como indicadora de ambientes lóticos y lénticos alimentados por arroyos y manantiales (Schwalb *et al.* 2002, Cusminsky *et al.* 2005). De modo que su presencia en secuencias fósiles puede utilizarse como indicio de un aumento en el número y/o intensidad de los afluentes que ingresan a la cuenca (Schwalb *et al.* 2002).

El relevamiento de ostrácodos actuales realizado en esta tesis constituye el set de datos más completo desarrollado hasta el momento para Patagonia Norte, sin embargo resultó insuficiente para la construcción de una función de transferencia robusta para reconstruir la variable conductividad. La baja *performance* de este modelo fue probablemente consecuencia de que la variable ambiental seleccionada (conductividad) no estuvo distribuido en forma balanceada ni completamente cubierto. Las funciones de transferencia son altamente sensibles a la distribución de los parámetros ambientales, de modo que sólo funcionan correctamente cuando se abarca un gradiente amplio de la variable a reconstruir y se registran especies a lo largo de todo el rango. Por dicho motivo, para lograr una función de transferencia confiable se deben utilizar amplios set de datos, con una buena representación de los gradientes ambientales y un registro preciso de la respuesta biológica frente a las distintas variables (Hassan *et al.* 2011).



Ramdohr, 1808

Conclusiones

8. Conclusiones

Como resultado del análisis de la fauna de ostrácodos presente en las muestras actuales y secuencias holocénicas, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Se registró la presencia de ostrácodos en el 90% de los sitios muestreados, lo que confirma el éxito de este grupo como colonizadores de ambientes de Patagonia Norte.
- Se determinaron 26 especies, 4 de las cuales representan primeros registros en la región Neotropical y 2 primeras citas en Argentina.
- Se propone el cambio nomenclatural de los especímenes determinados como *Eucypris fontana* en Patagonia, reasignándola al género *Riocypris*.
- El estudio de muestras de ostrácodos actuales mostró que la riqueza específica y abundancia de estos organismos está respondiendo principalmente a la temperatura y la conductividad de los ambientes. En este contexto se reconocieron ensambles de especies de acuerdo a las características físico-químicas de los sistemas acuáticos: *T. lutaria*, *B. fuscata*, *A. nobilis* se asociaron a cuerpos de agua de bajos valores de conductividad y temperatura, con pH relativamente neutros, típicos de la ecorregión de Bosques Patagónicos; *A. argentinensis*, *Riocypris* sp. 1, *S. aculeata*, *P. unicaudata*, *N. patagonica* y *L. patagonica* mostraron preferencias por aguas de moderada a elevada conductividad, templadas y de pH levemente alcalino, distribuyéndose principalmente en ambientes de la Estepa Patagónica; *H. hyalinus*, *I. ramirezi*, *H. intermedia*, *C. vidua* y *H. incongruens* se asociaron positivamente con la

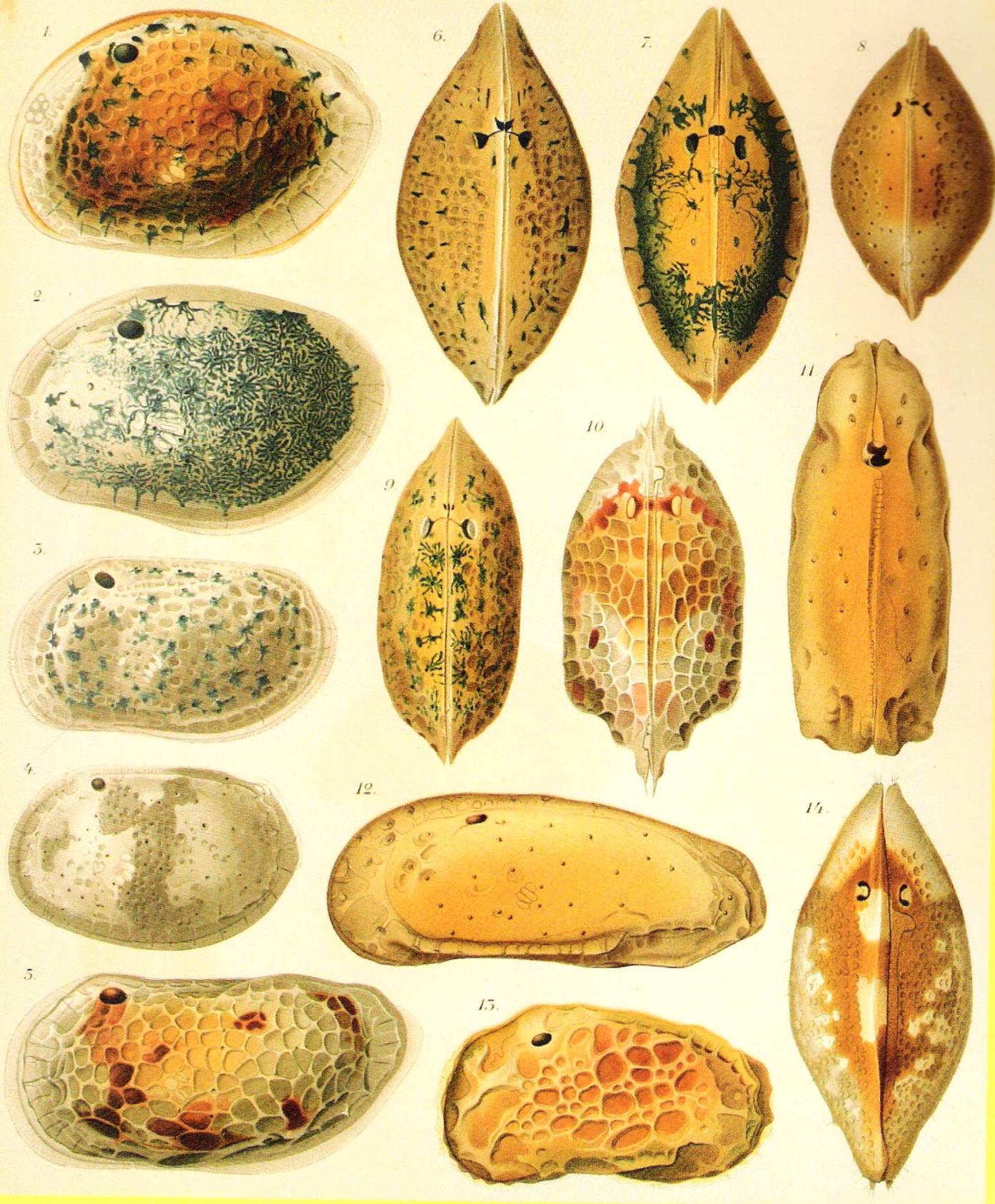
temperatura, bajo un extenso rango de conductividad y pH, registrándose en ambientes localizados en las ecorregiones de la Estepa Patagónica y Montes de Llanuras y Mesetas; por último *C. pubera* y *E. virens* mostraron preferencias por aguas relativamente frías, distribuyéndose principalmente en cuerpos de agua ubicados hacia el extremo oeste de la provincia de Río Negro.

- La estructura de tallas y el ciclo de vida de *Cypris pubera* y *Eucypris virens* se vieron influenciados por las condiciones ambientales. El tamaño final alcanzado por los adultos y el tiempo de desarrollo de *C. pubera* se correlacionaron positivamente con la conductividad y la temperatura, mientras que el tamaño de los adultos alcanzado por *E. virens* exhibió una relación negativa con la conductividad.
- Muchas de las especies presentes en las secuencias holocénicas estudiadas en esta tesis se encuentran en ambientes modernos, brindando una gran oportunidad para el estudio de sus preferencias limnológicas. Esto resalta el gran potencial de estos organismos como herramientas en reconstrucciones paleoambientales y la importancia de los estudios autoecológicos para la correcta interpretación de ambientes pasados.
- En el testigo Cari-Laufquen (CLG 99-5b) se recuperaron 10 especies de ostrácodos. *Limnocythere rionegroensis* dominó la asociación a lo largo de todo el testigo, sugiriendo la existencia de un lago somero de elevada conductividad durante los últimos 3000 años. No obstante, cambios en la composición de especies a lo largo de la secuencia indicaron variaciones de salinidad en la laguna. Niveles con una alta abundancia de *Riocypris* sp. 1 e *I. ramirezi* sugerirían períodos de menor salinidad, probablemente asociados a un mayor nivel del lago debido a una menor relación evaporación/precipitación.
- En el testigo El Toro se identificaron 4 especies, siendo *Riocypris* sp. 1 la especie dominante a lo largo de toda la secuencia. Esto sugiere condiciones de

salinidad moderada durante los últimos 650 años. Sin embargo, cambios en la proporción de especies a lo largo del testigo indicaron variaciones en las condiciones hidrológicas de la laguna. Intervalos con un aumento en la abundancia de *L. rionegroensis* var. 1 indicarían períodos de mayor salinidad y una alta relación evaporación/precipitación, sugiriendo condiciones climáticas secas en la región.

- El análisis integrador de la fauna actual y holocénica permitió inferir cambios paleolimnológicos en las lagunas Cari-Laufquen Grande y El Toro durante el Holoceno Tardío. Esta información fue confirmada mediante análisis sedimentológicos, geoquímicos, petrofísicos y mineralógicos, resaltando la importancia de los estudios multiproxies en interpretaciones paleoambientales.
- Dichos cambios paleolimnológicos, interpretados como fluctuaciones de la salinidad y por ende del nivel de las lagunas, pudieron ser correlacionados con los períodos secos-cálidos y húmedos-fríos identificados en la región con otros proxies.
- Los resultados obtenidos en esta tesis contribuyen a incrementar el conocimiento sobre la ecología y biología de la fauna actual de ostrácodos no marinos de Patagonia Norte, como así también a incrementar el conocimiento sobre los cambios limnológicos ocurridos en las lagunas Cari-Laufquen Grande y El Toro durante el Holoceno tardío.
- Esta información resulta una valiosa contribución en la realización de futuras interpretaciones paleolimnológicas y paleoambientales para el área de Patagonia Norte.
- Resulta evidente la necesidad de incrementar el número de muestreos en ambientes actuales, a fin de aumentar el set de datos sobre la ecología de los

ostrácodos patagónicos. Del mismo modo, la toma de nuevos testigos ayudará a incrementar el conocimiento sobre los cambios climáticos ocurridos durante el Holoceno en Patagonia Norte.



Müller 1894

Bibliografia

9. Bibliografía

- Aguas patagónicas. <http://aguaspatagonicas.com/cuencas-endorreicas-de-la-linea-sur/arroyo-valcheta>.
- Aguilar-Alberola J. A. y Mezquita F. 2008. On the presence of parthenogenetic populations of *Heterocypris bosniaca* Petkowski et al., 2000 (Crustacea: Ostracoda) in temporary rock pools of the eastern Iberian Peninsula, with insights into the ecology and life history of the species. *Bulletin de la Societe des Naturalistes Luxembourgeois* 109:149–158.
- Aguilar-Alberola J. A. y Mesquita-Joanes F. 2011. Population dynamics and tolerance to desiccation in a crustacean ostracod adapted to life in small ephemeral water bodies. *Limnologia* 41:348–355.
- Aguilar-Alberola J. A. y Mesquita-Joanes F. 2014. Breaking the temperature-size rule: Thermal effects on growth, development and fecundity of a crustacean from temporary waters. *Journal of thermal biology* 42:15–24.
- Aizen M. A. y Ezcurra C. 1998. High incidence of plant-animal mutualisms in the woody flora of the temperate forest of southern South America: bio- geographical origin and present ecological significance. *Ecología Austral* 8:217–236.
- Akdemir D. 2008. Differences in Ostracoda (Crustacea) Assemblages between Two Maar Lakes and One Sinkhole Lake in the Konya Region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 32:107–113.
- Alcorlo P., Baltanás A. y Arqueros L. 1999. Intra-clonal shape variability in the non-marine ostracod *Heterocypris barbara* (Crustacea, Ostracoda). *Yerbilimeri (Geosound)* 35:1–11.
- Alonso C., Rocco V., Barriga J. P., Battini M. Á. y Zagarese H. 2004. Surface avoidance by freshwater zooplankton: Field evidence on the role of ultraviolet radiation. *Limnology and Oceanography* 49:225–232.
- Altınışlı S. 2001. The Ostracoda (Crustacea) Fauna of Lakes Erikli, Hamam, Mert, Pedina and Saka (İgneada, Kırklareli, Turkey). *Turkish Journal of Zoology* 25:343–355.
- Altınışlı S. y Griffiths H. I. 2001. Ostracoda (Crustacea) of Lake Uluabat (Apoluyont Gölü) (Bursa Province, Turkey). *Limnologia* 31:109–117.
- Amigo, A., Lara, L. y Smith, V., 2013. Holocene record of large explosive eruptions from Chaitén and Michinmahuida Volcanoes, Chile. *Andean Geology* 40, 227–248.
- Anadon P., De Deckker P. y Julia R. 1986. The Pleistocene lake deposits of the NE Baza Basin (Spain): salinity variations and ostracods succession. *Hydrobiologia* 143:199–208.
- Angilletta M. J. J., Steury T. D. y Sears M. W. 2004. Temperature, Growth Rate, and Body Size in Ectotherms: Fitting Pieces of a Life - History Puzzle. *Integrative and Comparative Biology* 44:498–509.
- Anselmetti F. S., Ariztegui D., Batist M. D., Gebhardt C., Habertzettl T., Niessen F., Ohlendorf C. y Zolitschka B. 2009. Environmental history of southern Patagonia unravelled by the seismic stratigraphy of Laguna Potrok Aike. *Sedimentology* 56:873–892.

- Ariztegui D., Anselmetti F.S., Kelts K., Seltzer G., D'Agostino K. 2001. Identifying paleoenvironmental change across South and North America using high-resolution seismic stratigraphy in lakes. En: Markgraf V., ed. *Interhemispheric climate linkages*. San Diego, CA: Academic Press, 227–240 pp.
- Ariztegui D., Bösch P. y Davaud E. 2007. Dominant ENSO frequencies during the Little Ice Age in Northern Patagonia: The varved record of proglacial Lago Frías, Argentina. *Quaternary International* 161:46–55.
- Ariztegui D., Anselmetti F.S., Gilli A. y Waldmann N. 2008. Late Pleistocene environmental changes in Patagonia and Tierra del Fuego: a limnogeological approach. En: Rabassa J., ed. *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*. London: Elsevier Science, 241–253 pp.
- Armesto J. J., Villagrán C., Aravena J. C., Pérez C., Smith-Ramirez C. y Hedin L. 1995. Conifer forests of the Chilean coastal range. En: Enright N. J. and Hill R. S., editors. *Ecology of the Southern Conifers*. University Press, Carlton, Victoria, Melbourne. 120–155 pp.
- Armstrong H. y Brasier M. 2005. *Microfossils*. Second. Blackwell Publishing. 219–248 pp.
- De Batist M., Fagel N., Loutre M. F., y Chapron E. 2008. A 17,900-year multi-proxy lacustrine record of Lago Puyehue (Chilean Lake District): Introduction. *Journal of Paleolimnology* 39:151–161.
- Benzie J. A. H. 1989. The distribution and habitat preference of ostracods (Crustacea: Ostracoda) in a coastal sand-dune lake, Loch of Strathbeg, north-east Scotland. *Freshwater Biology* 22:309–321.
- Bertels A. y Martínez D. 1990a. Quaternary ostracodes of continental and transitional littoral shallow marine environments. *Courier Forschungsinstitut* 123:141–159.
- Bertels A. y Martínez D. E. 1990b. Quaternary ostracodes of continental and transitional littoral-shallow marine environments. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 123:141–159.
- Bertels A. y Martínez D. E. 1997. Ostrácodos Holocenos de la desembocadura del Arroyo Napostá Grande, sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 26-69.
- Bertels-Psotka A. y Laprida C. 1998. Ostrácodos (Arthropoda, Crustacea) del Miembro Cerro de la Gloria, Formación Las Escobas (Holoceno), provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 30 (1): 103-128.
- Bertrand S., Boës X., Castiaux J., Charlet F., Urrutia R., Espinoza C., Lepoint G., Charlier B., y Fagel N. 2005. Temporal evolution of sediment supply in Lago Puyehue (Southern Chile) during the last 600 yr and its climatic significance. *Quaternary Research* 64:163–175.
- Bertrand, S., Daga, R., Bedert, R., y Fontijn, K. 2014. Deposition of the 2011-2012 Cordón Caulle tephra (Chile, 40°S) in lake sediments: Implications for tephrochronology and volcanology. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* 119: 2555-2573.
- Birks H. J. B., Line J. M., Juggins S., Stevenson A. C. y ter Braak C. J. F. 1990. Diatoms and pH reconstruction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B* 327:263–278.
- Birks H. J. B., Frey D.G. y Deevey E.S. 1998. Numerical tools in palaeolimnology - Progress, potentialities, and problems. *Journal of Paleolimnology* 20:307–332.
- Boës X. y Fagel N. 2007. Relationships between southern Chilean varved lake sediments, precipitation and ENSO for the last 600 years. *Journal of Paleolimnology* 39:237–252.
- Boltovskoy E. 1965. *Los foraminíferos recientes*. Eudeba, Buenos Aires. 510 pp.

- Boomer I., Horne D. J. y Slipper I. J. 2003. The use of ostracods in palaeoenvironmental studies, or what can you do with an ostracod shell? *The Paleontological Society Papers* 9:153–179.
- Brady, G. S. 1868. A Monograph of the Recent British Ostracoda. *Transactions of the Linnean Society of London* 26 (2): 353-495.
- Bradbury J. P., Grosjean M. Stine S. y Sylvestre F. 2001. Full and late glacial records along the PEP1 transect: their role in developing interhemispheric paleoclimate interactions. En: Markgraf, V. editor. *Interhemispheric climate linkages*. Academic Press, San Diego. 265-292 pp.
- Brady, G.S. y Robertson, D., 1870. The Ostracoda and Foraminifera of Tidal Rivers. *Annals and Magazine of Natural History*, ser. 4, 6: 1-33, 307-309.
- Brehm V. 1934. Über Südamerikanische Ostrakoden des Zoologischen Staatinstitutes und Museums in Hamburg. *Zoologischen Anzeiger* 108:74–85.
- Brooks J. L. y Dodson S. L. 1965. Predation, body size, and composition of plankton. *Science* 150: 28–35.
- Bronshtein Z. S. 1947. Fresh-water Ostracoda. Academy of Science of the USSR Publisher, Moscow (in Russian). Translated from Russian by Amerind Publishing Co. New Delh. 470 pp.
- Burkart R., Bárbaro N. O., Sánchez R. A., Gómez D. A. y Gómez. 1999. Ecorregiones de la Argentina. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires. 42 pp.
- Cabrera A. L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo II. ACME, Buenos Aires, Argentina. 85 pp.
- Carbonel P., Colin J. P., Danielopol D. L., Löffler H. y Neustreuva I. 1988. Paleocology of limnic ostracodes: a review of some major topics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 62:413–461.
- Cárdenas J., Díaz A., Alvarez D. y Urrutia R. 2015. Nuevos registros de ostrácodos no-marinos (Crustacea, Ostracoda) en Patagonia Occidental, Chile. *Gayana* 79:7–10.
- Carpenter S. R. y Kitchell J. F. 1993. *The Trophic Cascade in Lakes*. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Cartwright A., Quade J., Stine S., Adams K. D., Broecker W. y Cheng H. 2011. Chronostratigraphy and lake-level changes of Laguna Cari-Laufquén, Río Negro, Argentina. *Quaternary Research* 76:430–440.
- César I. I., Armendáriz L. C. y Damborena M. C. 2001. Ostrácodos (Crustacea) de la Isla Martín García, Río de la Plata, Argentina. *Natura Neotropicalis* 32:147–151.
- César I. I., Armendáriz L. C., Becerra R. V. y Liberto R. 2004. Biodiversidad de Crustácea (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata, Ostracoda, Amphipoda y Brachyura Trichodactylidae) de la Mesopotamia argentina. *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino* 12:247–252.
- Claus, C. 1893. Beiträge zur Kenntniss der Süßwasser-Ostracoden. I. Über den Körper- und Gliedmassenbau der Cypriden nebst Bemerkungen über einzelne innere Organe derselben. *Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest*, 10: 1(147)-70(216).
- Cohen A. C. y Morin J. G. 1990. Patterns of reproduction in ostracodes; a review. *Journal of Crustacean Biology* 10:184–211.

- Coira B. L., Nullo F. E., Proserpio C. A. y Ramos V. A. 1975. Tectónica de basamento en la región occidental del Macizo Nordpatagónico (prov. de Río Negro y Chubut). *Asociación Geológica Argentina* 30:361–383.
- Coviaga C. A. 2011. Estudio del ciclo de vida de ostrácodos (Crustacea) de ambientes temporarios de Patagonia Norte. Universidad Nacional del Comahue. 98 pp.
- Coviaga C. A. y Cusminsky G. C. 2015. Aplicabilidad de ostrácodos lacustres como indicadores climáticos y paleoclimáticos en Patagonia Norte. *VI Congreso Argentino de Geomorfología y Cuaternario*. Ushuaia. 147-148 pp.
- Coviaga C., Cusminsky G., Baccalá N. y Pérez A. P. 2015. Dynamics of ostracod populations from shallow lakes of Patagonia: life history insights. *Journal of Natural History* 49:1023–1045.
- Cusminsky G. C. 1995. Ostrácodos lacustres cuaternarios en la transecta Tronador-Laguna Carilaufquen Patagonia Norte, Argentina. *VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. Trelew. 99-105 pp.
- Cusminsky G. C. y Whatley R. C. 1996. Quaternary non-marine ostracods from lake beds in northern Patagonia. *Revista Española de Paleontología* 11:143–154.
- Cusminsky G. C., Pérez P. A., Schwalb A. y Whatley R. 2005. Recent Lacustrine Ostracods from Patagonia, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 37:431–450.
- Cusminsky G., Schwalb A., Pérez A. P., Pineda D., Viehberg F., Whatley R., Markgraf V., Gilli A., Ariztegui D. y Anselmetti F. S. 2011. Late quaternary environmental changes in Patagonia as inferred from lacustrine fossil and extant ostracods. *Biological Journal of the Linnean Society* 103:397–408.
- D'Ambrosio D. S. 2014. Reconstrucción paleolimnológica de la laguna Llancañelo (Mendoza, Argentina) a través del estudio de ostrácodos del Cuaternario. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 181 pp.
- D'Ambrosio D. S., Díaz A. R., García A. y Claps M. C. 2015. First description of the soft part anatomy of *Ilyocypris ramirezi* Cusminsky & Whatley (Crustacea, Ostracoda) from Argentina, South America. *Zootaxa* 3957:59–68.
- Daday E. V. 1902. Mikroskopische-susswasserthiere aus Patagonien. *Természeti Füzetek* 25:201–313.
- Daday E. V. 1905. Untersuchungen über die Süßwasser-Mikrofauna Paraguays. *Zoologica* 18 (44), 234-270.
- Daga R., Ribeiro Guevara S., Sánchez M.L. y Arribére, M. 2006. Geochemical characterization of volcanic ashes from recent events in Northern Patagonia Andean Range by INAA. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 270: 677–694.
- Daga R., Ribeiro Guevara S., Sánchez, M.L. y Arribére M. 2010. Tephrochronology of recent events in the Andean Range (Northern Patagonia): spatial distribution and provenance of lacustrine ash layers in the Nahuel Huapi National Park. *Journal of Quaternary Science* 25: 1113-1123.
- Daga R., Castro A., de la Rosa J., Ribeiro Guevara S., Sánchez M. y Arribére M., 2012. Heterogeneidades texturales y composicionales en productos piroclásticos de la erupción del año 1960 del sistema Cordón Caulle (40300S, 721000). *Rev. Asoc. Geol. Argent.* 69: 496-507.
- Daga R., Bertrand S., Bedert R., Ribeiro Guevara, S. y Ghazoui Z., 2013. Lacustrine records of the June 2011 eruption of the Puyehue-Cordón Caulle Volcanic Complex, Central Chile (40°30'S, 72°10'W). *Geophysical Research Abstracts*: 15, EGU2013-1045.

- Daga R., Ribeiro Guevara S., Poiré D. y Arribére, M. A. 2014. Characterization of tephras dispersed by recent eruptions of volcanoes Calbuco (1961), Chaitén (2008), and Cordón Caulle complex (1960 and 2011), in Northern Patagonia. *Journal of South American Earth Sciences* 49: 1–14.
- De Deckker P. 1981. Taxonomic Notes on Some Australian Ostracods with Description of New Species. *Zoologica Scripta* 10:37–55.
- De Deckker P. y Forester R. M. 1988. The use of ostracods to reconstruct continental palaeoenvironmental records. En: P. De Deckker, J. P. Colin y J. P. Peypouquet, editores. *Ostracoda in the Earth Science*. Elsevier. 175–199 pp.
- De Deckker P. 2002. Ostracod Palaeoecology. *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research, Geophysical Monograph* 131:121–134.
- Delorme L. D. y Donald D. 1969. Torpidity of freshwater ostracodes. *Canadian Journal of Zoology* 47:997–999.
- Delorme L. D. 1991. Ostracoda. En: J. H. Thorp y A. P. Covich, editores. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, New York. 691–772 pp.
- Díaz A. R. 2010. Taxonomía, morfología funcional y ontogenia de Ostracoda (Crustacea) no-marinos de la provincia de Buenos Aires. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 181 pp.
- Díaz A. R. y Lopretto E. C. 2009. A new species of Cypriconcha Sars (Crustacea: Ostracoda) from high mountain wetlands of Argentina. *Zootaxa* 64:51–64.
- Díaz A. R. y Lopretto E. C. 2011. The genus *Chlamydotheca* Saussure (Crustacea: Ostracoda) in northeastern Argentina. *Nauplius* 19:97–107.
- Díaz A. R. y Martens K. 2014. On *Argentocypris sara* gen. nov., sp. nov. (Ostracoda) from the Patagonian wetlands of Argentina. *Crustaceana* 87:513–530.
- Diaz M., Pedrozo F. y Baccala N. 2000. Summer classification of Southern Hemisphere temperate lakes (Patagonia, Argentina). *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 5:213–229.
- Diaz M., Pedrozo F., Reynolds C. y Temporetti P. 2007. Chemical composition and the nitrogen-regulated trophic state of Patagonian lakes. *Limnologica* 37:17–27.
- Diebel K. y Pietrzeniuk E. 1975. Neue Ostracoden aus dem Plesitozän von Burgtonna (Bezirk Erfurt). *Zeitschrift für Geologischen Wissenschaften Berlin* 1:87–97.
- Di Micco C. 2012. Análisis paleoambiental del Holoceno en Laguna Colorada, Puna Catamarqueña. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 139 pp.
- Diniz-Filho J.A.F., Bini, L.M. y Hawkins, B.A. 2003. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. *Global Ecology & Biogeography* 12: 53–64.
- Dirección de Bosques. 2003. *Atlas de los Bosques Nativos Argentina*. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires. 117 pp.
- Dodson S.I., 1974. Zooplankton competition and predation: an experimental test of the size-efficiency hypothesis. *Ecology* 55: 605–613.
- Dole-Olivier M. J., Galassi D. M. P., Marmonier P. y Creuzé des Chatelliers M. 2000. The biology and ecology of lotic microcrustaceans. *Freshwater Biology* 44:63–91.
- Dügel M., Kulköylüoğlu O. y Mustafa K. 2008. Species assemblages and habitat preferences of Ostracoda (Crustacea). *Belgian Journal of Zoology* 138:50–59.

- Elbert J., Wartenburger R., von Gunten L., Urrutia R., Fischer D., Fujak M., Hamann Y., Greber N. D. y Grosjean M. 2013. Late Holocene air temperature variability reconstructed from the sediments of Laguna Escondida, Patagonia, Chile (45°30'S). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 369:482–492.
- Ferguson E. J. 1944. Studies on the seasonal life history of three species of freshwater Ostracoda. *American Midland Naturalist* 32:713–727.
- Ferguson E. 1967. Three new species of freshwater ostrácodos (Crustacea) from Argentina. *Notulae Naturae of Academy of Science of Philadelphia* 405:1–7.
- Ferrero L. 1996. Paleoecología de ostrácodos holocenos del estuario del río Quequén Grande (provincia de Buenos Aires). *Ameghiniana* 23:202–208.
- Ferrero L. 2009. Foraminíferos y ostrácodos del Pleistoceno tardío (Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires, Argentina). *Ameghiniana* 46:637–656.
- Fey M., Korr C., Maidana N. I., Carrevedo M. L., Corbella H., Dietrich S., Haberzettl T., Kuhn G., Lücke A., Mayr C., Ohlendorf C., Paez M. M., Quintana F. A., Schäbitz F. y Zolitschka B. 2009. Palaeoenvironmental changes during the last 1600 years inferred from the sediment record of a cirque lake in southern Patagonia (Laguna Las Vizcachas, Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281:363–375.
- Flower R. y Ryves D. 2009. Diatom preservation: differential preservation of sedimentary diatoms in two saline lakes. *Acta Botanica Croatica* 68:381–399.
- Fontana S. L. y Ballent S. 2005. A new giant cypridid ostracod (Crustacea) from southern Buenos Aires Province, Argentina. *Hydrobiologia* 533:187–197.
- Forester R. M. 1988. Nonmarine calcareous microfossil sample preparation and data acquisition procedures. U.S. Geol. Surv. *Technical Procedure* HP-78 RI:1–9.
- Forester R. M. 1991. Ostracode assemblages from springs in the western United States: implications for paleohydrology. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 155:181–201.
- Galloway R. W., Markgraf V. y Bradbury J. P. 1988. Dating shorelines of lakes in Patagonia, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 1:195–198.
- Ganning B. 1971. On the ecology of *Heterocypris salinus*, *H. incongruens* and *Cypridopsis aculeata* (Crustacea: Ostracoda) from Baltic brackish-water rockpools. *Marine Biology* 8:271–279.
- Geiger W., Otero M. y Rossi V. 1998. Clonal ecological diversity. En K. Martens, editor. *Sex and Parthenogenesis: Evolutionary Ecology of Reproductive Modes in Non-Marine Ostracods*. Backhuys Publishers, Leiden, Leiden. 243–256 pp.
- Gerlach D., Frey F., Moreno-Roa H. y López-Escobar, L., 1988. Recent volcanism in the Puyehue-Cordon Caulle region, Southern Andes, Chile (40.5°S): Petrogenesis of evolved lavas. *Journal of Petrology* 29: 333-382.
- Gilbert J. J. 2012. Effects of an Ostracod (*Cypris pubera*) on the Rotifer *Keratella tropica*: Predation and Reduced Spine Development. *International Review of Hydrobiology* 97:445–453.
- Glasser N. F., Harrison S., Winchester V. y Aniya M. 2004. Late Pleistocene and Holocene palaeoclimate and glacier fluctuations in Patagonia. *Global and Planetary Change* 43:79–101.
- Golluscio R. A., León R. J. C. y Perelman S. B. 1982. Caracterización fitosociológica de la estepa del oeste del Chubut: su relación con el gradiente ambiental. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 21:299–324.

- González-Ferrán O. 1995. Volcanes de Chile. Instituto Geográfico Militar de Chile, Santiago de Chile.
- Graf H. 1931. Süßwasser Ostracoden aus Sudgeorgian. *Zoologischer Anzeiger* 93:185–191.
- Grimm E. 1987. CONISS: a Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computational Geosciences* 13:13–35.
- Grimm E. 1991. *Tilia and Tilia Graph*. Research and Collection Center. Illinois State Museum, Springfield.
- Guilizzoni P., Massafiero J., Lami A., Piovano E. L., Ribeiro Guevara S., Formica S. M., Daga R., Rizzo A. y Gerli S. 2009. Palaeolimnology of Lake Hess (Patagonia, Argentina): multi-proxy analyses of short sediment cores. *Hydrobiologia* 631:289–302.
- Hall D. J., Threlkeld S. T., Burns C. W. y Crowley P.H. 1976. The size- efficiency hypothesis and the size structure of zooplankton communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 7: 177–208.
- Hassan G. S., Tietze E., De Francesco C. G. y Cristini P. A. 2011. Problems and potentialities of using diatoms as paleoclimatic indicators in Central Argentina. En J. C. Compton, editor. *Diatoms: ecology and life cycle*. Nova Science Publishers, Inc. 185–217 pp.
- Henderson P. A., 1990. Freshwater ostracods. Synopses of the British fauna (new series) No. 42. Universal Book Services/Dr. W. Backhuys, London, Oegstgeest, 228 pp.
- Heiri, O., Lotter A. F. y Lemcke G. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproductibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25: 101–110.
- Higuti J. 2006. Fatores reguladores da biodiversidade de Ostracoda (Crustacea) no vale aluvial do Alto Rio Paraná. Universidade Estadual de Maringá.
- Higuti J., Lansac-Tôha F. A., Velho L. F. M. y Martens K. 2009. Biodiversity of non-marine ostracods (Crustacea, Ostracoda) in the alluvial valley of the upper Paraná River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 69:661–668.
- Higuti J., Declerck S. A. J., Lansac-Tôha F. A., Machado Velho L. F. y Martens K. 2010. Variation in ostracod (Crustacea, Ostracoda) communities in the alluvial valley of the upper Paraná River (Brazil) in relation to substrate. *Hydrobiologia* 644:261–278.
- Higuti J. y Martens K. 2012. Description of a new genus and species of Candonopsini (Crustacea, Ostracoda, Candoninae) from the alluvial valley of the Upper Paraná River (Brazil, South America). *European Journal of Taxonomy* 33:1–31.
- Hildreth, W. y Drake, R.E., 1992. Volcan Quizapu, Chilean Andes. *Bull. Volcanol.* 54, 93–125.
- Hiller D. 1972. Untersuchungen zur Biologie und zur Ökologie limnischer Ostracoden aus der Umgebung von Hamburg. *Archiv für Hydrobiologie* 40.
- Hogg A. G., Hua Q., Blackwell P. G., Niu M., Buck C. E., Guilderson T. P., Heaton T. J., Palmer J. G., Reimer P. J., Reimer R. W., Turney C. S. M. y Zimmerman S. R. H. 2013. SHCal13 Southern Hemisphere Calibration, 0–50,000 Years cal BP. *Radiocarbon* 55 pp.
- Holmes J. A. 1992. Progress in physical geography Quaternary palaeoenvironmental indicators. *Progress in Physical Geography* 16:405–431.

- Holmes J. A., Fothergill P. A., Street-Perrott F. A. y Perrott R. A. 1998. A high-resolution Holocene ostracod record from the Sahel zone of Northeastern Nigeria. *Journal of Paleolimnology* 20:369–380.
- Holmes J. A. 2001. Ostracoda. En: J. P. Smol, H. J. B. Birks y W. M. Last, editores. *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 125–151pp.
- Horne D. J., Cohen A. y Martens K. 2002. Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and living Ostracoda. En: J. A. Holmes y A. Chivas, editores. *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. American Geophysical Union, Washington DC. 6–36 pp.
- Horne F. R. 1993. Survival Strategy to Escape Desiccation in a Freshwater Ostracod. *Crustaceana* 65:53–61.
- Horne D. J., Danielopol D. L. y Martens K. 1998. Reproductive behaviour. En: K. Martens, editor. *Sex and parthenogenesis: evolutionary ecology of reproductive modes in non-marine ostracods*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 157–195 pp.
- Horne D. J., Curry B. B. y Mesquita-joanes F. 2012. Mutual climatic range methods for Quaternary ostracods. En: D. J. Horne, J. A. Holmes, J. Rodriguez-Lazaro y F. A. Viehberg, editores. *Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change*. First edition. Elsevier. 65–84 pp.
- Iglesias V., Whitlock C., Bianchi M. M., Villarosa G. y Outes V. 2011. Holocene climate variability and environmental history at the Patagonian forest/steppe ecotone: Lago Mosquito (42°29'37.89"S, 71°24'14.57"W) and Laguna del Condor (42°20'47.22"S, 71°17'07.62"W). *The Holocene* 22:1297–1307.
- Iglikowska A. y Namiotko T. 2012. The impact of environmental factors on diversity of Ostracoda in freshwater habitats of subarctic and temperate Europe. *Annales Zoologici Fennici* 49:193–218.
- Ikedda T. y Imamura A. 1992. Population structure and life cycle of the mesopelagic ostracod *Conchoecia pseudodiscophora* in Toyama Bay, southern Japan Sea. *Marine Biology* 113:595–601.
- Imbrie J. y Webb III T. 1981. Transfer functions: calibrating micropaleontological data in climatic terms. En: A. Berger, editor. *Climatic Variations and Variability: Facts and Theories*. Reidel, Dordrecht. 125–134 pp.
- Jara F. G. y Perotti M. G. 2009. La rana de cuatro ojos en la laguna fantasma de Bariloche. *Desde la Patagonia, Difundiendo Sabores* 6:10–15.
- Jenny B., Valero-Garcés B. L., Urrutia R., Kelts K., Veit H., Appleby P. G. y Geyh M. 2002. Moisture changes and fluctuations of the Westerlies in Mediterranean Central Chile during the last 2000 years: The Laguna Aculeo record. *Quaternary International* 87:3–18.
- Juggins S. y Birks J. B. 2012. Quantitative environmental reconstructions from biological data. En: H. J. B. Birks, A. F. Lotter, S. Juggins, y J. P. Smol, editores. *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments*. Springer. Pages 431–494 in
- Jurine, L. 1820. *Historie des Monocles*. Gêneve.
- Karanovic I. 2008. Three interesting Cyprididae (Ostracoda) from Western Australia. *Records of the Western Australian Museum* 24:267–287.
- Karanovic I. 2012. *Recent Freshwater Ostracods of the World*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. 608 pp.

- Kaufmann A. (1900) Cypriden und Darwinuliden der Schweiz. *Revue Suisse de Zoologie* 8: 209–423.
- Keatings K., Holmes J., Flower R., Horne D., Whittaker J. E. y Abu-Zied R. H. 2010. Ostracods and the Holocene palaeolimnology of Lake Qarun, with special reference to past human–environment interactions in the Faiyum (Egypt). *Hydrobiologia* 654:155–176.
- Kiss A. 2004. Field and Laboratory observations on the microhabitat and food selection as well as predator avoidance of *Notodromas monacha* (Crustacea, Ostracoda). *Revista Española de Micropaleontología* 36:147–156.
- Kiss A. 2007. Factors affecting spatial and temporal distribution of Ostracoda assemblages in different macrophyte habitats of a shallow lake (Lake Fehér, Hungary). *Hydrobiologia* 585:89–98.
- Klie W. 1930. Ostracoden aus dem paraguayischen Teile des Gran-Chaco. *Archiv für Hydrobiologie* 22:221–258.
- Klie W. 1935. Süßwasser-Ostracoden aus Uruguay. *Archiv für Hydrobiologie* 29:282–295.
- Klie W. 1938. Ostracoda, Muschelkrebse. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. En: G. Fischer, editor. *Krebstiere oder Crustacea*. Verlag, Jena. 230 pp.
- Koch C.L. (1838) Deutschlands Crustaceen, Myriapoden und Arachniden. *Ein Beitrag zur Deutschen Fauna*, 21. Regensburg.
- Koenders A., Martens K., Halse S. y Schön I. 2012. Cryptic species of the *Eucypris virens* species complex (Ostracoda, Crustacea) from Europe have invaded Western Australia. *Biological Invasions* 14:2187–2201.
- Külköylüoğlu O. 2003. Ecology of Freshwater Ostracoda (Crustacea) from Lakes and Reservoirs in Bolu, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology* 18:343–347.
- Külköylüoğlu O. 2004. On the usage of ostracods (Crustacea) as bioindicator species in different aquatic habitats in the Bolu region, Turkey. *Ecological Indicators* 4:139–147.
- Külköylüoğlu O. y Yılmaz F. 2006. Ecological requirements of Ostracoda (Crustacea) in three types of springs in Turkey. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters* 36:172–180.
- Külköylüoğlu O., Sari N. y Akdemir D. 2012. Distribution and ecological requirements of ostracods (Crustacea) at high altitudinal ranges in Northeastern Van (Turkey). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 48:39–51.
- Land De Castello R. 1981. Algunos aspectos limnológicos abióticos de las cuencas de los ríos Limay y Neuquén, con especial referencia al embalse Ramos Mexía. *Ecosur* 8:1–27.
- Laprida C. 1998. Micropaleontological assemblages (Foraminifera and Ostracoda) from Late Quaternary marginal marine environments (Destacamento Río Salado Formation), Salado Basin, Argentina. *Revue de paléobiologie* 17:461–478.
- Laprida C. 2006. Ostrácodos recientes de la llanura pampeana, Buenos Aires, Argentina: ecología e implicancias paleolimnológicas. *Ameghiniana* 43:181–204.
- Laprida C., Díaz A. y Ratto N. 2006. Ostracods (Crustacea) from thermal waters, southern Altiplano, Argentina. *Micropaleontology* 52:177–188.

- Laprida C. y Ballent S. 2008. Ostracoda. En: H. H. Camacho, editor. *Los Invertebrados Fósiles*. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Universidad Maimónides, Buenos Aires. 599–624 pp.
- Laprida C. y Valero Garcés B. 2009. Cambios ambientales de épocas históricas en la pampa bonaerense en base a ostrácodos: historia hidrológica de la laguna de Chascomús. *Ameghiniana* 46:95–111.
- Laprida C., Orgeira M. J. y García Chapori N. 2009. El registro de la pequeña edad de hielo en lagunas pampeanas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65:603–611.
- Laprida C., Plastani M. S., Irurzún A., Gogorza C., Navas A. M., Valero-Garcés B. y Sinito A. M. 2014. Mid-late Holocene lake levels and trophic states of a shallow lake from the southern Pampa plain, Argentina. *Journal of Limnology* 73(2):325–339.
- Lara A. y Villalba R. 1993. A 3620-Year Temperature Record from Fitzroya cupressoides Tree Rings in Southern South America. *Science* 260:1104–1106.
- Lara L., Naranjo J. y Moreno, H. 2004. Rhyodacitic fissure eruption in Southern Andes (Cordón Caulle; 40.5 8S) after the 1960 (Mw: 9.5) Chilean earthquake: a structural interpretation. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 138: 127–138.
- Lara L., Moreno H., Naranjo J., Matthews, S. y Pérez De Arce, C. 2006. Magmatic evolution of the Puyehue-Cordón Caulle Volcanic Complex (40° S), Southern Andean Volcanic Zone: from shield to unusual rhyolitic fissure volcanism. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 157: 343–366.
- Lara L.E., Moreno R., Amigo A., Hoblitt R.P. y Pierson T.C. 2013. Late Holocene history of Chaitén Volcano, new evidence for a 17th century eruption. *Andean Geology* 40: 249–261.
- Latifa G. A. 1987. Effect of temperature on the development of embryonic and postembryonic stages of *Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808) (Ostracoda). *Crustaceana* 52:95–100.
- Legendre, P. y Fortin, M.J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio* 80: 107–138.
- Leng M. y Marshall J. 2004. Palaeoclimate interpretation of stable isotope data from lake sediment archives. *Quaternary Science Reviews*. 23: 811–831.
- Lepš J. & Šmilauer P. 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University, Cambridge, England. 269 pp.
- Li X., Liu W., Zhang L. y Sun Z. 2010. Distribution of Recent ostracod species in the Lake Qinghai area in northwestern China and its ecological significance. *Ecological Indicators* 10:880–890.
- Liberto R., Mesquita-Joanes F. y César I. 2012. Dynamics of pleustonic ostracod populations in small ponds on the Island of Martín García (Río de la Plata, Argentina). *Hydrobiologia* 688:47–61.
- Liberto R., César I. I. y Mesquita-Joanes F. 2014. Postembryonic growth in two species of freshwater Ostracoda (Crustacea) shows a size-age sigmoid model fit and temperature effects on development time, but no clear temperature-size rule (TSR) pattern. *Limnology* 15:57–67.
- Little T. J. 2005. Genetic diversity and polyploidy in the cosmopolitan asexual ostracod *Cypris pubera*. *Journal of Plankton Research* 27:1287–1293.
- Löffler H. 1961. Zur systematik und ökologie der chilenischen süßwasserentomostraken. *Beitrage zur Neotropischen Fauna* 2:143–222.
- Löffler H. 1990. Paleolimnology of Neusiedlersee, Austria. *Hydrobiologia* 214:229–238.

- Lorenschat J. y Schwalb A. 2013. Autecology of the extant ostracod fauna of Lake Ohrid and adjacent waters - a key to paleoenvironmental reconstruction. *Belgian Journal of Zoology* 143:42–68.
- Luckman B. H. y Villalba R. 2001. Assessing the synchronicity of glacier fluctuations in the western Cordillera of the Americas during the last millennium. En: V. Markgraf, editor. *Interhemispheric Climate Linkages*. Academic Press, San Diego. 119–140 pp.
- Majoran S., Agrenius S. y Kucera M. 2000. The effect of temperature on shell size and growth rate in *Krithe praetexta praetexta* (Sars). *Hydrobiologia* 419:141–148.
- Mancini M. V. 2001. Pollen analysis of a high Andean site during the Late Holocene: Cerro Verlika 1, southwest Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 38:455–462.
- Marco-Barba J., Mesquita-Joanes F. y Miracle M. 2013. Ostracod palaeolimnological analysis reveals drastic historical changes in salinity, eutrophication and biodiversity loss in a coastal Mediterranean lake. *The Holocene* 23:556–567.
- Marín J. A. 1984. Estudio del desarrollo de los ostrácodos *Eucypris aragonica* y *Heterocypris salina* en cultivo de barro. *Limnética* 1:345–354.
- Markgraf V. 1998. Past climates of South America. En: J. Hobbs, J. Lindesay y H. Bridgman, editores. *Climates of the southern continents: present, past and future*. John Wiley and Sons Ltd, New York. 249–264 pp.
- Markgraf V., Bradbury J. P., Schwalb A., Burns S. J., Stern C., Ariztegui D., Gilli A., Anselmetti F. S., Stine S. y Maidana N. 2003. Holocene palaeoclimates of southern Patagonia: limnological and environmental history of Lago Cardiel, Argentina. *The Holocene* 13:581–591.
- Martens K. 1989. On the systematic position of the *Eucypris clavata*-group, with a description of *Trajancypris* gen. nov. (Crustacea, Ostracoda). *Archiv für Hydrobiologie* 83:227–251.
- Martens K. 1998. Sex and Parthenogenesis - Evolutionary Ecology of Reproductive Modes in Non-Marine Ostracods. Backhuys Publishers, Leiden. 334 pp.
- Martens K, Tudorancea C, 1991. Seasonality and spatial distribution of the ostracods of lake Zwai Ethiopia (Crustacea: Ostracoda). *Freshwater Biology* 25:233-241
- Martens K. y Behen F. 1994. A Checklist of the Recent Non-Marine Ostracods (Crustacea, Ostracoda) from the Inland Waters of South America and Adjacent Islands. *Travaux Scientifiques Du Musee National D'Histoire Naturelle de Luxembourg* 22:1–81.
- Martens K. y Schön I. 2000. The importance of habitat stability for the prevalence of sexual reproduction. En: K. Minoura, editor. *Lake Baikal. A Mirror in Time and Space for Understanding Global Change Processes*. Elsevier, Amsterdam. 324–330 pp.
- Martens K., Schön I., Meisch C. y Horne D. J. 2008. Global diversity of ostracods (Ostracoda, Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:185–193.
- Martens K. y Savatnalinton S. 2011. A subjective checklist of the Recent, free-living, non-marine Ostracoda (Crustacea). *Zootaxa* 2855:1–79.
- Martínez-García B., Suarez-Hernando O., Mendicoa J. y Murelaga X. 2015. Living ostracod species from permanent and semi-permanent ponds of Bardenas Reales de Navarra (Northern Spain) with remarks on their ecological requirements. *Ameghiniana* 52 (5): en prensa.
- Martins M. J. F., Vandekerkhove J., Mezquita F., Schmit O., Rueda J., Rossetti G. y Namiotko T. 2009. Dynamics of sexual and parthenogenetic populations of *Eucypris virens* (Crustacea: Ostracoda) in three temporary ponds. *Hydrobiologia* 636:219–232.

- Martins M. J. F., Namiotko T., Cabral M. C., Fatela F. y Boavida Ma. J. 2010. Contribution to the knowledge of the freshwater Ostracoda fauna in continental Portugal, with an updated checklist of Recent and Quaternary species. *Journal of Limnology* 69:160–173.
- Masiokas M. H., Villalba R., Luckman B. H., Lascano M. E., Delgado S. y Stepanek P. 2008. 20th-century glacier recession and regional hydroclimatic changes in northwestern Patagonia. *Global and Planetary Change* 60:85–100.
- Massaferro J., Recasens C., Larocque-Tobler I., Zolitschka B. y Maidana N. I. 2013. Major lake level fluctuations and climate changes for the past 16,000 years as reflected by diatoms and chironomids preserved in the sediment of Laguna Potrok Aike, southern Patagonia. *Quaternary Science Reviews* 71:167–174.
- Matteucci S. D. 2012. Ecorregión Estepa Patagónica. En: J. Morello, S. D. Matteucci, A. F. Rodriguez y M. E. Silva, editores. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. Orientación Gráfica Editora S.R.L, Buenos Aires. 540–654 pp.
- Mazzini I., Ceschin S., Abati S., Gliozzi E., Piccari F. y Rossi A. 2014. Ostracod communities associated to aquatic macrophytes in an urban park in Rome, Italy. *International Review of Hydrobiology* 99:425–434.
- Mbahinzireki G., Uiblein F. y Winkler H. 1991. Microhabitat selection of ostracods in relation to predation and food. *Hydrobiologia* 222:115–119.
- Méhes G. 1914. Süßwasser-ostracoden aus Columbien und Argentinien. *Mémoires de la Société Neuchateloise des Sciences Naturelles* 5:639–663.
- Meisch C. 1985. Revision of the recent west european species of the genus *Potamocypris* (Crustacea, Ostracoda). *Travaux Scientifiques Du Musee National D'Histoire Naturelle de Luxembourg*. 95 pp.
- Meisch C. 2000. Freshwater Ostracoda of western and central Europe. (Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8/3., Ed.). Spektrum Akademischer, Verlag, Heidelberg. 522 pp.
- Menéndez J. L. y La Rocca S. M. 2006. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Segunda Etapa, Inventario de campo de la Región del Espinal, Distritos Caldén y Ñandubay. 86 pp.
- Mercer J. H. 1970. Variations of some Patagonian glaciers since the Late-Glacial: II. *American Journal of Science* 269:1–25.
- Mermoz M., Úbeda C., Grigera D., Brion C., Martin C., Bianchi E. y Planas H. 2009. *El Parque Nacional Nahuel Huapi; sus características ecológicas y estado de conservación*, APN. Parque Nacional Nahuel Huapi, San Carlos de Bariloche, Argentina.
- Mesquita-Joanes F., Smith A. J. y Viehberg F. A. 2012. The Ecology of Ostracoda Across Levels of Biological Organisation from Individual to Ecosystem: A Review of Recent Developments and Future Potential. En: *Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change*. First edition. Elsevier B.V. 15–35 pp.
- Mezquita F., Griffiths H. I., Sanz S., Soria J. M. y Piñón A. 1999a. Ecology and distribution of ostracods associated with flowing waters in the Eastern Iberian Peninsula. *Journal of Crustacean Biology* 19:344–354.
- Mezquita F., Hernández R. y Rueda J. 1999b. Ecology and distribution of ostracods in a polluted Mediterranean river. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 148:87–103.
- Mezquita F., Roca J. R. y Wansard G. 1999c. Moulting, survival and calcification: the effects of temperature and water chemistry on an ostracod crustacean (*Herpetocypris intermedia*) under experimental conditions. *Archiv für Hydrobiologie* 146:219–238.

- Mezquita F., Tapia G. y Roca J. R. 1999d. Ostracoda from springs on the eastern Iberian Peninsula: ecology, biogeography and palaeolimnological implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 148:65–85.
- Mezquita F., Roca J. R., Reed J. M. y Wansard G. 2005. Quantifying species–environment relationships in non-marine Ostracoda for ecological and palaeoecological studies: Examples using Iberian data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 225:93–117.
- Mischke S., Herzschuh U., Zhang C., Bloemendal J. y Riedel F. 2005. A Late Quaternary lake record from the Qilian Mountains (NW China): lake level and salinity changes inferred from sediment properties and ostracod assemblages. *Global and Planetary Change* 46:337–359.
- Mischke S., Herzschuh U., Massmann G. y Zhang C. 2007. An ostracod-conductivity transfer function for Tibetan lakes. *Journal of Paleolimnology* 38:509–524.
- Mischke S., Almogi-Labin A., Ortal R., Rosenfeld A., Schwab M. J. y Boomer I. 2009. Quantitative reconstruction of lake conductivity in the Quaternary of the Near East (Israel) using ostracods. *Journal of Paleolimnology* 43:667–688.
- Mischke S. y Zhang C. 2010. Ostracod distribution in Ulungur Lake (Xinjiang, China) and a reassessed Holocene record. *Ecological Research* 26:133–145.
- Modenutti B. y Balseiro E. 1994. Zooplankton size spectrum in four lakes of the Patagonian Plateau. *Limnologica* 24:51–56.
- Moguilevsky A. y Whatley R. C. 1995. Crustacea, Ostracoda. En: E. C. Lopreto y G. Tell, editores. *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*. Ediciones Sur, Buenos Aires. 973–999 pp.
- Mormul R. P., Thomaz S. M., Higuti J. y Martens K. 2010. Ostracod (Crustacea) colonization of a native and a non-native macrophyte species of Hydrocharitaceae in the Upper Paraná floodplain (Brazil): an experimental evaluation. *Hydrobiologia* 644:185–193.
- Mourguiart P. 2000. Historical Changes in the Environment of Lake Titicaca: Evidence from Ostracod Ecology and Evolution. *Advances in Ecological Research* 31:497–520.
- Mourguiart P. y Roux M. 1990. A new strategy for paleolake level reconstructions: transfer function use based on ostracods. *Geodynamique* 5:151–165.
- Mourguiart P. y Carbonel P. 1994. A quantitative method of palaeolake-level reconstruction using ostracod assemblages: an example from the Bolivian Altiplano. *Hydrobiologia* 288:183–193.
- Mundo I. A., Masiokas M. H., Villalba R., Morales M. S., Neukom R., Le Quesne C., Urrutia R. B. y Lara A. 2012. Multi-century tree-ring based reconstruction of the Neuquén River streamflow, northern Patagonia, Argentina. *Climate of the Past* 8:815–829.
- Müller, OF. 1776. *Zoologiae Danicae Prodromus, seu Animalum Daniae et Norvegiae Indigenarum Characteres, Nomina et Synonyma imprimis popularium*. Havniae.
- Muller, G.W. 1912. Crustacea Ostracoda. En: Schulze, F.E. (Ed.), *Das Tierreich* 31, 434 pp. (Reimpreso en 1966 por Cramer, Weinheim).
- Namiootko T., Danielopol D. L. y Baltanás A. 2011. Soft body morphology, dissection and slide-preparation of Ostracoda: a primer. *Joannea Geologie und Paläontologie* 343:327–343.
- Ohlendorf C., Fey M., Massafferro J., Haberzettl T., Laprida C., Lücke A., Maidana N., Mayr C., Oehlerich M., Mercau J. R., Wille M., Corbella H., Stonge G., Schäbitz F. y Zolitschka B. 2014. Late

- Holocene hydrology inferred from lacustrine sediments of Laguna Cháltel (southeastern Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 411:229–248.
- Ottonello D. y Romano A. 2011. Ostracoda and Amphibia in temporary ponds: who is the prey? Unexpected trophic relation in a mediterranean freshwater habitat. *Aquatic Ecology* 45:55–62.
- Pankhurst R. J., Rapela C. W., Fanning C. M. y Márquez M. 2006. Gondwanide continental collision and the origin of Patagonia. *Earth Science – Reviews* 76: 235–257.
- Palacios - Fest M. R., Cohen A. S. y Anadón P. 1994. Use of Ostracodes as Paleoenvironments tools in the interpretation of ancient lacustrine records. *Revista Española de Micropaleontología* 9:145–164.
- Paruelo Sala O. y Beltrán A. 2000. Long-term dynamics of water and carbon in semi-arid ecosystems: a gradient analysis in the Patagonia steppe. *Plant Ecology* 150:133–143.
- Paruelo J. M., Golluscio R. A., Jobbágy E. G., Canevari M. y Aguiar M. R. 2005. Situación ambiental en la estepa patagónica. En: A. Brown, U. Martinez Ortiz y M. Acerbi, editores. *La situación ambiental argentina*. Fundación Vida Silvestre Argentina. 303–313 pp.
- Pedrozo F., Chillrud S., Temporetti P. y Diaz M. 1993. Chemical composition and nutrient limitation in rivers and lakes of northern Patagonian Andes (39.5° – 42° S; 71° W) (Report Argentina). *Verh. Int. Verein. Limnol.* 25:207–214.
- Pérez L., Bugja R., Massafiero J., Steeb P., Geldern R., Van Brenner M., Scharf B. y Schwalb A. 2010. Post-Columbian environmental history of Lago Petén Itzá, Guatemala. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 27:490–507.
- Pérez P., Cusminsky G., Schwalb A., Markgraf V., Whatley R. C. y Stine S. 2002. Ostrácodos lacustres cuaternarios de un Nuevo perfil del área de Cari-Laufquen, provincia de Río Negro, Argentina. *VIII Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. Corrientes. Pp. 51.
- Perotti M. G., Diéguez C. y Jara F. 2004. Consideraciones sobre el efecto de las variables del clima y las interacciones biológicas sobre las comunidades acuáticas de humedales patagónicos. *Taller sobre los Mallines en la Patagonia Argentina*. 1-17 pp.
- Pineda D. 2008. Estudio Micropaleontológico (Clase Ostracoda) en un perfil Cuaternario del Área de Cari- Laufquen , Patagonia , Argentina: Inferencias paleoambientales. Universidad Nacioanal del Comahue. 86 pp.
- Pineda D., Cusminsky G., Schwalb A. y Ariztegui D. 2010. Unstable conditions in lake Cari-Laufquen (41°30'08"S; 69°30'28"W), Patagonia, during the late Pleistocene (21 000–16 000 cal yr BP). *VI Southern Connections Congress*. San Carlos de Bariloche, Argentina. Pp. 143.
- Piovano E. L., Ariztegui D. y Moreira S. D. 2002. Recent environmental changes in Laguna Mar Chiquita (central Argentina): a sedimentary model for a highly variable saline lake. *Sedimentology* 49:1371–1384.
- Pokorný V. 1978. Ostracodes. *Introduction to marine micropaleontology*. 109–149 pp.
- Pol R., G. Camín S. R. y Astié A. A. 2005. Situación ambiental en la ecorregión del Monte. En: A. Brown, U. Martinez Ortiz, M. Acerbi, y J. Corcuera, editores. *La situación ambiental argentina*. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. 227–233 pp.
- Premoli A., Aizen M., Kitzberger T. y Raffaele E. 2005. Situación ambiental de los bosques patagónicos. En: A. Brown, U. Martinez Ortiz, M. Acerbi, y J. Corcuera, editores. *La situación ambiental argentina*. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. 279–301 pp.

- Ramdohr, F. A. 1808. ÜBER DIE Gattung Cypris under drei zu derselben gehörige neue Arten, Magaz. Ges. Naturf. Fr. Berlin.
- Ramirez F. C. 1967. Ostrácodos de lagunas de la provincia de Buenos Aires. Revista del Museo de la Plata, nueva serie; X, *Zoología* 73:5-79.
- Ramón Mercau J., Laprida C., Massaferrero J., Rogora M., Tartari G. y Maidana N. I. 2012. Patagonian ostracods as indicators of climate related hydrological variables: implications for paleoenvironmental reconstructions in Southern South America. *Hydrobiologia* 694:235-251.
- Ramón-mercau J., Plastani M. S. y Laprida C. 2014. A review of the genus *Limnocythere* (Podocopida: Limnocytheridae) in the Pampean region (Argentina), with the description of a new species, *Limnocythere cusminskyae* sp. nov. *Zootaxa* 3821:26-36.
- Ramón Mercau J. 2015. Estudio de la biodiversidad de Ostrácodos actuales y su aplicación en la elaboración de funciones de transferencia para reconstrucciones paleoambientales del Holoceno en la provincia de Santa Cruz (50-52° S). Universidad de Buenos Aires.
- Ramos L. Y., Alperin M. y Cusminsky G. C. 2015a. Variaciones fenotípicas de dos especies de ostrácodos en ambientes recientes: su aplicación en estudios paleoambientales. VI Congreso Argentino de Geomorfología y Cuaternario. Ushuaia. 175-177 pp.
- Ramos L. Y., Alperin M., Pérez A. P., Coviaga C. A., Schwalb A. y Cusminsky G. C. 2015b. *Eucypris fontana* (Graf, 1931) (Crustacea, Ostracoda) in permanent environments of Patagonia Argentina: a geometric morphometric approach. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 51:125-138.
- Ramos V. A., Niemeyer H., Skarmeta J. y Muñoz J. 1982. Magmatic evolution of the Austral Patagonian Andes. En: Cordani, H. y Linares, E. Symposium on Magmatic Evolution of the Andes. *Earth Science Reviews* 18:411-443.
- Ramos V. A. 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: R. En Caminos, editor. *Geología Argentina*. 29(3) edition. Instituto de Geología y Recursos Minerales. 41-96 pp.
- Rasouli H., Aygen C. y Külköylüoğlu O. 2014. Contribution to the Freshwater Ostracoda (Crustacea) Fauna of Turkey: Distribution and Ecological Notes. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 14:11-20.
- Reissig M., Trochine C., Queimaliños C., Balseiro E. y Modenutti B. 2006. Impact of fish introduction on planktonic food webs in lakes of the Patagonian Plateau. *Biological Conservation* 132:437-447.
- Ribeiro Guevara S. y M. Arribére. 2002. ¹³⁷Cs dating of lake cores from the Nahuel Huapi National Park, Patagonia, Argentina: Historical records and profile measurements. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 252: 37-45.
- Rieradevall M. y Roca J. R. 1995. Distribution and population dynamics of ostracodes (Crustacea, Ostracoda) in a karstic lake: Lake Banyoles (Catalonia, Spain). *Hydrobiologia* 310: 189-196.
- Rizzo A. 2007. Dípteros quironómidos (Insecta) subfósiles y recientes en sedimentos lacustres andino-patagónicos: influencia de los eventos paleoambientales naturales y artificiales. Universidad Nacional del Comahue. 141 pp.
- Roca J. R., Baltanas A. y Uiblein F. 1993. Adaptive responses in *Cypridopsis vidua* (Crustacea: Ostracoda) to food and shelter offered by a macrophyte (*Charafragilis*). *Hydrobiologia* 262:127-131.

- Roca J. R. y Wansard G. 1997. Temperature influence on development and calcification of *Herpetocypris brevicaudata* Kaufmann, 1900 (Crustacea: Ostracoda) under experimental conditions. *Hydrobiologia* 347:91–95.
- Rodriguez-Lazaro J. y Ruiz-Muñoz F. 2012. A general introduction to ostracods: morphology, distribution, fossil record and applications. En: D. J. Horne, J. A. Holmes, J. Rodriguez-Lazaro y F. A. Viehberg, editores. *Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change*. Elsevier. 1–14 pp.
- Rossetti G. y Martens K. 1998. Taxonomic revision of the Recent and Holocene representatives of the Family Darwinulidae (Crustacea, Ostracoda), with a description of three new genera. *Biologie* 68:55–110.
- Rossetti G., Bartoli M. y Martens K. 2004. Limnological characteristics and recent ostracods (Crustacea, Ostracoda) of freshwater wetlands in the Parco Oglio Sud (Northern Italy). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 40:329–341.
- Rossi V., Martorella A. y Menozzi P. 2013. Hatching phenology and voltinism of *Heterocypris barbara* (Crustacea: Ostracoda) from Lampedusa (Sicily, Italy). *Journal of Limnology* 72:227–237.
- Ruiz F., Abad M., Bodergat A. M., Carbonel P., Rodríguez-Lázaro J., González-Regalado M. L., Toscano A., García E. X. y Prenda J. 2013. Freshwater ostracods as environmental tracers. *International Journal of Environmental Science and Technology* 10:1115–1128.
- Ryves D. B., Battarbee R. W. y Fritz S. C. 2009. The Dilemma of disappearing diatoms: incorporating diatom dissolution data into paleoenvironmental modeling and reconstruction. *Quaternary Science Reviews* 28:120–136.
- Ruprecht P., Bergantz G., Cooper K. y Hildreth, W. 2012. The Crustal Magma Storage System of Volcán Quizapu, Chile, and the Effect of Magma Mixing on Magma Diversity. *Journal of Petrology* 53:801–840.
- Ryves D. B., Battarbee R. W. y Fritz S. C. 2009. The Dilemma of disappearing diatoms: incorporating diatom dissolution data into paleoenvironmental modeling and reconstruction. *Quaternary Science Reviews* 28:120–136.
- Sars G. O. 1901. Contributions to the knowledge of the Freshwater Entomostraca of South America. Part II Copepoda-Ostracoda. *Archiv. For Mathematik og Naturvidenskab* 24:1–52.
- Sars G. O. 1925. Ostracoda. *An account of the Crustacea of Norway* 9:105–136.
- Savatenalinton S. y Martens K. 2009. Generic revision of Cypricercinae McKenzie, 1971 (Crustacea, Ostracoda), with the description of three new genera and one new species and a phylogenetic analysis of the subfamily. *Hydrobiologia* 632 (1): 1–48.
- Schäfer, H. W. 1943. Über zwei neue deutsche Arten der Süßwasser-Ostracoden. *Zoologischer Anzeiger* 143 (9/10): 210–216.
- Schaffer B., Alford R., Woodward B., Richards S., Altig R. y Gascon C. 1994. Standard techniques for inventory and monitoring. En: W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek y M. S. Foster, editores. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians*. 364 pp.
- Scharf B. W. 1998. Eutrophication history of Lake Arendsee (Germany). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 140:85–96.
- Schmit O., Rossetti G., Vandekerkhove J. y Mezquita F. 2007. Food selection in *Eucypris virens* (Crustacea: Ostracoda) under experimental conditions. *Hydrobiologia* 585:135–140.

- Schwab A., Burns S. J. y Kelts K. 1999. Holocene environments from stable isotope stratigraphy of ostracods and authigenic carbonate in Chilean Altiplano Lakes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 148:153–168.
- Schwab A. J., Burns S., Cusminsky G., Kelts K. y Markgraf V. 2002. Assemblage diversity and isotopic signals of modern ostracodes and host waters from Patagonia, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 187:323–339.
- Sepúlveda J., Pantoja S., Hughen K. A., Bertrand S., Figueroa D., León T., Drenzek N. J. y Lange C. 2009. Late Holocene sea-surface temperature and precipitation variability in northern Patagonia, Chile (Jacaf Fjord, 44°S). *Quaternary Research* 72:400–409.
- Szlauer-Łukaszewska A. 2014. The dynamics of seasonal ostracod density in groyne fields of the Oder river (Poland). *Journal of Limnology* 73: 298-311.
- Simpson G. L. 2012. Analogue methods in palaeolimnology. En: H. J. B. Birks, A. F. Lotter, S. Juggins y J. P. Smol, editores. *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments*. Springer. 495–522 pp.
- Smith R. J. y Martens K. 2000. The ontogeny of the cypridid ostracod *Eucypris virens* (Jurine, 1820). *Hydrobiologia* 419:31–63.
- Stern, C. 2004. Active Andean volcanism: its geologic and tectonic setting. *Revista Geológica de Chile* 31: 161–206.
- Tartarotti B., Baffico G., Temporetti P. y Zagarese H. E. 2004. Mycosporine-like amino acids in planktonic organisms living under different UV exposure conditions in Patagonian lakes. *Journal of plankton research* 26:753–762.
- Tatur A., del Valle R., Bianchi M.M., Outes V., Villarosa G., Niegodysz J. y Debaene G. 2002. Late Pleistocene palaeolakes in the Andean and Extra-Andean Patagonia at mid-latitudes of South America. *Quaternary International* 89:135–150.
- ter Braak C. J. F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67:1167–1179.
- ter Braak C. J. F. y Prentice I. C. 1988. A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research* 18:271–317.
- ter Braak C. J. F. y Juggins S. 1993. Weighted averaging partial least squares regression (WA-PLS): an improved method for reconstructing environmental variables from species assemblages. *Hydrobiologia* 269-270:485–502.
- Torres Saldarriaga A. y Martínez J. I. 2010. Ecology of non-marine ostracoda from La Fe Reservoir (El Retiro, Antioquia) and their potential application in paleoenvironmental studies. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias XXXIV*:397–409.
- Trochine C., Balseiro E. G. y Modenutti B. E. 2008. Zooplankton of fishless ponds of Northern Patagonia: Insights into predation effects of *Mesostoma ehrenbergii*. *International Review of Hydrobiology* 93:312–327.
- Turpen J. B. y Angell R. W. 1971. Aspects of molting ostracod and calcification in the ostracod *Heterocypris*. *The Biological Bulletin* 140:331–338.
- Uiblein F., Roca J. R., Baltanás A. y Danielopol D. L. 1996. Trade-off between foraging and antipredator needs and the dynamics of micro- habitat use in a macrophyte weed dwelling ostracod. *Archiv für Hydrobiologie* 137:119–133.

- Vandekerckhove J., Namiotko T., Hallmann E. y Martens K. 2012. Predation by macroinvertebrates on *Heterocypris incongruens* (Ostracoda) in temporary ponds: impacts and responses. *Fundamentals of Applied Limnology* 181:39–47.
- Van der Meeren T., Khand Y. y Martens K. 2009. On Recent species of *Tonnacypris* Diebel & Pietrzeniuk, 1975 (Crustacea, Ostracoda), with new species descriptions from Mongolia. *Zootaxa* 2015:1–41.
- Van der Meeren T., Almendinger J. E., Ito E. y Martens K. 2010. The ecology of ostracodes (Ostracoda, Crustacea) in western Mongolia. *Hydrobiologia* 641: 253–273.
- Van Harten D. 1996. *Cyprideis torosa* (Ostracoda) revisited. Of salinity, nodes and shell size. En: M. V. Keen, editor. *Proceedings of the 2nd European Ostracodologists Meeting*, 1993. British Micropalaeontological Society, Glasgow. 191–194 pp.
- Vanni M.J., 1988. Freshwater zooplankton community structure: introduction of large invertebrate predators and large herbivores to a small-species community. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 45: 1758–1770.
- Vannier J. y Abe K. 1995. Size, body plan and respiration in the Ostracoda. *Paleontology* 38:843–873.
- Vannier J., Abe K. y Ikuta K. 1998. Feeding in myodocopid ostracods: functional morphology and laboratory observations from videos. *Marine Biology* 132:391–408.
- Varela R., Basei M. A. S., Cingolani C. A., Siga O. Jr. y Passarelli C. R. 2005. El basamento cristalino de los Andes norpatagónicos en Argentina: geocronología e interpretación tectónica. *Revista geológica de Chile* 32 (2): 167–187.
- Vavra W. 1891. Monographie der Ostracoden Bohmens. Prag.
- Vavra W. 1898. Süßwasser-Ostracoden. *Ergebn. Hamburger Magalh. Sammelreise 1892–1893, Naturhist. Mus. Hamburg* (Ed.) 2:1–26.
- Viehberg E. 2006. Freshwater ostracod assemblages and their relationship to environmental variables in waters from northeast Germany. *Hydrobiologia* 571:213–224.
- Villalba R. 1990. Climatic Fluctuations in Northern Patagonia Years as Inferred from Tree-Ring during the Last 1000 Records. *Quaternary Research* 34:346–360.
- Villalba R. 1994a. Tree-ring and glacial evidence for the Medieval Warm Epoch and the Little Ice Age in Southern South America. *Climatic Change* 26:183–197.
- Villalba R. 1994b. Fluctuaciones climáticas en latitudes medias de América del Sur durante los últimos 1000 años : sus relaciones con la Oscilación del Sur. *Revista Chilena de Historia Natural* 67:453–461.
- Villalba R., Cook E. R., Jacoby G. C., D'Arrigo R. D., Veblen T. T. y Jones P. D. 1998. Tree-ring based reconstructions of northern Patagonia precipitation since AD 1600. *The Holocene* 8:659–674.
- Villalba R., Lara A., Boninsegna J.A., Masiokas M., Delgado S., Aravena J.C., Roig F.A., Schmelter A., Wolodarsky A. y Ripalta, A. 2003. Large-scale temperature changes across the southern Andes: 20th-century variations in the context of the past 400 years. *Climatic Change* 59 (1–2), 177–232.
- Whatley R. C. y Cholich T. 1974. A new Quaternary ostracod genus from Argentina. *Palaeontology* 17:669–684.

- Whatley R. C. y Cusminsky G. C. 1999. Lacustrine Ostracoda and late Quaternary palaeoenvironments from the Lake Cari-Laufquen region, Rio Negro province, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 151:229–239.
- Whatley R. C. y Cusminsky G. C. 2000. Quaternary lacustrine ostracoda from northern Patagonia: A Review. En: E. H. Gierlowski-Kordesch y K. R. Kelts, editores. *Lake basins through space and time*. AAPG Studies in Geology 46. 581–590 pp.
- Yassini I. y Jones B. G. 1995. Foraminiferida and Ostracoda from estuarine and shelf environments on the South-eastern coast of Australia. The University of Wollongong Press, Australia. 484 pp.
- Yilmaz F. y Külköylüoğlu O. 2006. Tolerance, optimum ranges, and ecological requirements of freshwater Ostracoda (Crustacea) in Lake Aladağ (Bolu, Turkey). *Ecological Research* 21:165–173.
- Yin Y., Geiger W. y Martens K. 1999. Effects of genotype and environment on phenotypic variability in *Limnocythere inopinata* (Crustacea: Ostracoda). *Hydrobiologia* 400:85–114.
- Yavuzatmaca M., Külköylüoğlu O. y Yılmaz O. 2015. Distributional patterns of non-marine Ostracoda (Crustacea) in Adiyaman Province (Turkey). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 51:101–113.
- Zabert L. L. 1981. Ostrácodos cuaternarios de Taco Pozo (provincial de Chaco, Argentina) con algunas consideraciones paleoecológicas. *Facena* 4:77–87.
- Zabert L. L. y Herbst R. 1986. Ostrácodos pleistocénicos del arroyo Perucho Verma, Provincia de Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 23:224–231.
- Zhai M., Nováček O., Výravský D., Srovátka V., Bojková J. y Helešic J. 2014. Environmental and spatial control of ostracod assemblages in the Western Carpathian spring fens. *Hydrobiologia* 745:225–239.

Anexo 1

A continuación se presentan fotografías de todos los ambientes muestreados.

Sitio n° 1, Laguna Fantasma



Sitio n° 2, Mallín Grande



Sitio n° 3, Reserva El Foyel



Sitio n° 4, Steffen



Sitio n° 5, Teleférico



Sitio n°6, Arroyo La Fragua



Sitio n°7, Charco Los Juncos



Sitio n°8, El Cóndor 1



Sitio n° 9, El Cóndor 2



Sitio n° 10, Fortín Chacabuco



Sitio n° 11, Los Juncos



Sitio n°12, Ñireco



Sitio n° 13, Refugio de Jesús



Sitio n° 14, Arroyo Salitral



Sitio n° 15, Ea. Rinconada Mallín 1



Sitio n° 16, Rinconada 15



Sitio n° 17,18 y 19, Chorrillos Carrilauquén



Sitio n° 20, El Toro



Sitio n° 21, Arroyo Valcheta Plaza



Sitio n° 22, Charco Virgen de Guadalupe



Sitio n° 23, La Vertiente



Sitio n° 24, Ñeluan



Sitio n° 25, Punta de Agua Chica



Sitio n° 26, Punta de Agua Grande



Sitio n° 27 Ea. La Fuegoina



Sitio n° 28, Bañado Choele-Choel



Sitio n° 29, Charca Ea. La Esmeralda



Sitio n° 30, Laguna Club Pesca



Sitio n° 31, Laguna Colonia San Juan 1



Sitio n° 32, Laguna Colonia San Juan 2



Sitio n° 33, Laguna Ruta 250



Sitio n° 34, Laguna La Araña



Sitio n° 35, Laguna Asansa



Sitio n° 36, Vertiente Anzoategui



Anexo 2

ESPECIE	Temp. (°C)	pH	Oxí. (mg L ⁻¹)	K ⁺ (mg L ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	Na ⁺ (mg L ⁻¹)	Cl ⁻ (mg L ⁻¹)	Cond. (μS cm ⁻¹)	MO (%)
<i>Amphicypris argentinensis</i>	20,6–20,6	9,9-9,9	10,2-10,2	12,2-12,2	14,0-14,0	40,5-40,5	337,0-337,0	256,0-256,0	1969-1969	4,5-4,5
<i>Amphicypris nobilis</i>	18,0-18,0	6,7-6,7	7,2-7,2	3,5-3,5	2,9-2,9	2,4-2,4	5,8-5,8	7,5-7,5	72-72	6,5-6,5
<i>Bradleystrandesia fuscata</i>	14,0-13,3	7,3-7,3	12,4-12,4	0,6-0,8	13,4-18,5	4,6-6,9	8,8-7,8	7,9-3,5	104-119	10,0-5,0
<i>Chlamydoteca incisa</i>	21,5-21,5	8,2-8,2	7,3-7,3	3,7-3,7	59,1-59,1	25,6-25,6	143,6-143,6	154,0-154,0	1128-1128	14,0-14,0
<i>Cypridopsis vidua</i>	20,2-18,9	8,4-8,1	8,5-8,4	7,3-5,5	35,0-24,0	24,3-13,1	118,6-43,0	104,2-23,0	918-525	15,9-15,0
<i>Cypris pubera</i>	11,4-12,5	8,0-7,3	9,3-9,3	12,8-5,5	19,7-19,9	26,9-7,3	97,0-7,8	31,2-11,1	543-289	9,7-4,5
<i>Darwinula stevensoni</i>	23,4	8,6	11,6	5,4	51,0	31,0	119,0	68,0	1026	4,0
<i>Eucypris virens</i>	14,5-13,4	7,8-7,3	10,4-8,4	5,1-1,8	21,1-15,0	16,9-6,7	75,6-8,6	55,1-9,8	469-139	8,4-5,0
<i>Eucypris virgata</i>	15,3	8,9	6,7	11,6	28,0	37,0	132,0	52,0	998	5,0
<i>Herpetocypris intermedia</i>	21,2-21,2	8,2-8,2	10,1-10,1	3,3-3,3	50,4-50,4	22,1-22,1	81,0-81,0	41,5-41,5	778-778	11,5-11,5
<i>Heterocypris hyalinus</i>	23,4-23,6	8,5-8,5	10,5-10,0	13,9-2,6	45,1-48,4	28,5-13,1	400,2-121,8	166,8-28,0	2032-543	10,6-11,0
<i>Heterocypris incongruens</i>	20,0-19,8	8,3-8,6	8,9-8,1	11,6-3,2	72,1-45,9	30,4-14,2	294,8-71,5	425,0-48,0	1814-715	5,2-4,0
<i>Heterocypris salina</i>	22,4	7,9	2,7	57,4	305,2	141,2	1800,0	3131,0	11390	10,0
<i>Ilyocypris ramirezi</i>	21,6-20,6	8,7-8,7	9,6-9,3	5,1-3,2	40,0-45,9	19,9-14,2	132,5-71,5	91,6-48,0	915-701,2	7,6-4,5
<i>Limnocythere cusminskyae</i>	20,6	8,3	9,6	49,8	629,4	168,6	1633,0	1947,0	10950	3,0
<i>Limnocythere patagonica</i>	14,4-14,4	9,2-9,2	7,0-7,0	20,3-20,3	24,4-24,4	52,5-52,5	206,5-206,5	65,8-65,8	1109-1109	4,5-4,5
<i>Newnhamia patagonia</i>	17,8-17,8	9,4-9,4	9,2-9,2	10,6-10,6	21,0-21,0	39,5-39,5	209,5-209,5	137,5-137,5	1368-1368	4,0-4,0
<i>Riocypris sp.1</i>	14,3-14,3	9,2-9,2	10,1-10,1	23,4-23,4	148-148	70,5-70,5	533,8-533,8	524,5524,5	3436-3436	6,5-6,5
<i>Riocypris sp.2</i>	15,3	8,9	6,7	11,6	28,0	37,0	132,0	52,0	998	4,0
<i>Sarscyroidopsis aculeata</i>	18,4-20,8	9,7-9,5	9,4-9,6	17,8-18,0	16,2-24,0	49,7-45,9	318,3-281,0	197,2-239,0	1564-1785	6,4-4,0
<i>Potamocypris smaradigma</i>	17,8	8,6	10,6	22,2	61,0	51,0	204,0	94,0	1460	8,9
<i>Potamocypris unicaudata</i>	13,5-19,6	9,5-9,7	7,3-9,3	29,0-14,9	20,7-24,0	68,0-45,9	281,0-281,0	79,5-239,0	1220-1479	4,0-3,5
<i>Tonnacypris lutaria</i>	13,2-12,9	7,2-7,3	10,8-10,1	2,0-1,1	13,6-11,6	4,6-2,8	7,2-6,1	5,5-4,0	270-61	14,7-13,0

Anexo Tabla 6.2.3 – Valores promedio y medianas de los parámetros físico-químicos bajo los que se registraron las distintas especies determinadas.

Financiamiento

Esta tesis fue financiada con la colaboración de las siguientes becas y proyectos:

- **Beca Interna de Postgrado Tipo I y II - CONICET** “Ostrácodos recientes lacustres de Patagonia Norte y su correspondencia con secuencias holocénicas”.
- **PIP 112-200801-00819** “Micropaleontología (Foraminíferos, Nanofósiles y Ostrácodos) del Mesozoico y Cenozoico de Argentina: Sistemática e implicancias paleoecológicas, bioestratigráficas y paleobiogeográficas”.
- **UNCo 04/b001** “Efecto de variables de cambio global sobre (RUV y temperatura) sobre las comunidades acuáticas de humedales Nordpatagónicos”.
- **PICT 2010-0082** “Microfósiles del Mesozoico de Argentina: sistemática e implicancias paleoecológicas, bioestratigráficas y paleogeográficas. Comparación con análogos del Holoceno”.
- **UNCo B166** “Patrones y procesos de humedales, enfoque a diversas escalas y espacios temporales”.
- **PIP 2013 - 2015, N° 0021** “Estudio sistemático, bioestratigráfico, paleoecológico y paleogeográfico de microfósiles (foraminíferos nanofosiles ostrácodos y carofitas) del Mesozoico y Cenozoico de Argentina”.
- **PICT 2014 - 1271** “Estudio de foraminíferos, nanofósiles, ostrácodos y carofitos del Mesozoico y Cenozoico de Argentina: implicancias bioestratigráficas, paleobiogeográficas y paleoambientales”.

Trabajo de respaldo

A continuación se adjunta una copia del trabajo de respaldo de esta tesis.

Dynamics of ostracod populations from shallow lakes of Patagonia: life history insights

Corina Coviaga^a, Gabriela Cusminsky^a, Nora Baccalá^b and A. Patricia Pérez^{c*}

^aDepartment of Ecology, Instituto de Investigación en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA-CONICET-UNComahue), San Carlos de Bariloche, Argentina; ^bDepartment of Statistics, Instituto de Investigación en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA-CONICET-UNComahue), San Carlos de Bariloche, Argentina; ^cPhotobiology laboratory, Instituto de Investigación en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA-CONICET-UNComahue), San Carlos de Bariloche, Argentina

(Received 18 March 2014; accepted 23 October 2014)

Wetlands are one of the most valuable natural resources, providing a number of ecosystem services and socio-economic values. Small ponds sustain a rich aquatic biodiversity and because of their short hydrological regimen and small size are excellent environments for population studies of microcrustaceans such as ostracods. This study describes the population dynamics of the Ostracoda fauna in three temporary shallow lakes during one hydroperiod in Argentine Patagonia. Three cosmopolitan species were determined: *Cypris pubera*, *Tonnacypris lutaria* and *Eucypris virens*. Among them, *T. lutaria* is here reported for the first time from the Neotropical region. Multivariate ordination techniques were used to examine the relationships among environmental variables and ostracod density on each sampling site. High values of conductivity, absorption at 320 nm (as a measure of dissolved organic matter), dissolved oxygen concentration, temperature and chlorophyll *a* concentration correlated positively with ostracod density. All the populations studied reproduced parthenogenetically, and the life cycles of *E. virens* and *C. pubera* were followed in detail by weekly sampling of their populations. The former displayed continuous reproduction, whereas the latter showed a multi-voltine strategy. The life history of *C. pubera* was affected by the seasonality of the habitat. The development rate correlated positively with water temperature; conductivity and temperature had a positive effect on adult size in *C. pubera*, while conductivity had a negative effect on adult size in *E. virens*. In this study, we present the first data set on the development and life history of ostracods in Patagonian freshwater environments. However, several questions remain and encourage us to further investigate the relative importance of ostracods in food webs, as well as the importance of inter-specific interactions between ostracods and other taxa.

Keywords: microcrustacean; wetlands; development; life cycle

Introduction

Ostracods are one of the most diverse crustacean groups that can be found in all types of water bodies (Horne et al. 2002). Species distribution and abundance have been correlated with different environmental factors, such as altitude and habitat type (Malmqvist et al. 1997), oxygen content (Dole-Olivier et al. 2000; Liberto et al. 2012), temperature (Horne 1983) and ionic composition (Baltanás et al. 1990). Given that

*Corresponding author. Email: perezfotolab@gmail.com

ostracods have clear environmental preferences, each environment has specific species associations (Laprida and Ballent 2008). Particularly, in Argentine Patagonia, ostracod assemblages have been related to three different environments: ephemeral ponds, springs and streams, and permanent ponds and lakes. These types of aquatic environments are distinguished mainly by their ionic concentration and composition (Schwalb et al. 2002; Cusminsky et al. 2011; Ramón Mercau et al. 2012).

The environmental features, mainly temperature and conductivity, influence not only the species associations, but also the population dynamics of aquatic environments. Water temperature is a key factor for survival, growth and reproduction of ostracods, although the direction and intensity of the effects depend on the species (Mesquita-Joanes et al. 2012 and references cited therein). In general, at higher temperatures, the development rate and calcification increase and the lifespan and size decrease (Martens 1985; Mezquita et al. 1999; Majoran et al. 2000; Aguilar-Alberola and Mesquita-Joanes 2014). In addition, salinity modulates the hatching phenology, survival and larval moulting. As conductivity decreases, the appearance of adult stages is delayed and the mean size of adults decreases (Rossi et al. 2013). Moreover, each moult is critical because it is immediately followed by rapid calcification of the shell and if conductivity is too low, it has a negative effect on ostracod survival and growth (Mezquita et al. 1999).

In this study, three natural ponds close to each other were chosen to study the dynamics of ostracod populations under different natural environments, i.e. temporary versus permanent, vegetated versus non-vegetated and sandy versus muddy bottom. Weekly sampling allowed the life cycle of the main species to be characterized, the role of biotic and abiotic factors in the life cycle and structure of the populations to be evaluated, and relationships between ostracod density and environmental variables during one hydroperiod to be established.

Materials and methods

Study area

Sampling was carried out in three close temporary fishless ponds: Refugio de Jesús, herein after referred as Refugio, Ñireco and Teleférico. All sites are situated near to San Carlos de Bariloche city, in Nahuel Huapi National Park (Argentine Patagonia). The area belongs to the Sub-Antarctic biogeographical zone. The climate is dry and cold, the austral winter corresponds to the rainy season and the summer is the dry season. The sampled lakes are located along a west–east transect of 15 km resulting in a gradient of precipitation from 1200 mm to 800 mm (Mermoz et al. 2009). Refugio pond [41° 07' 11" S, 71° 13' 10" W, 829 m above sea level (a.s.l.)] comprises an area of 1.5 ha and has two different zones: a large shallow area of 1.35 ha with 0.40 m depth and a small deeper zone, with an area of 0.15 ha and a maximum depth of 0.7 m (Perren 2008). Samples were extracted from the deepest zone, where both the submerged vegetation and the zooplankton community were abundant. The pond is rainwater fed, the muddy bottom is partially covered by grass and the surface is moderately covered by floating vegetation. Ñireco pond (41° 10' 54" S, 71° 19' 01" W, 906 m a.s.l.) is located next to the carriageway of National route 40; the water input comes from a swamp located upstream. This pond covers an area of 0.3 ha, reaching a maximum depth of 0.8 m. Ñireco has a fine sandy substrate without vegetation.

Teleférico (41° 07' 40" S, 71° 22' 05" W, 816 m a.s.l.) is a 0.7 ha semi permanent pond located within a swampy area with muddy bottom, and its maximum depth is about 1.5 m. Vegetation, both surrounding and submerged, is abundant.

Field work

Sampling began shortly after the winter rainy period and finished when the ostracod populations disappeared or the ponds dried up. Weekly sampling was carried out around midday from August 2009 to January 2010. Zooplankton was collected with a hand net (D frame, 200 µm mesh aperture) along the water–sediment interface, in a 1 to 6 m long transect depending on the environment (Schaffer et al. 1994). In the field, samples were fixed with ethanol 50%, and once in the laboratory ostracods were transferred into 70% ethanol solution for permanent storage. The abundance of the ostracod fauna was expressed in volume units rather than in surface units to achieve a better representation of the density fluctuations due to the fact that ostracod species were nektonbenthic. Maximum depth, temperature (T, °C), pH (Hanna Instruments 8424), conductivity (C, µS/cm, ORION 115) and dissolved oxygen concentration (DO, mg/L, Hanna Instruments 9142) were measured *in situ*. Water samples were collected in 5 L containers and returned immediately to the laboratory to analyse the concentration of chlorophyll *a*, main ions, seston and nutrients.

Precipitation and air temperature data were obtained from nearby weather stations (National Weather Service, San Carlos de Bariloche Airport for Refugio, and Photobiology Laboratory, INIBIOMA UNComahue for Teleférico and Ñireco).

Laboratory work

Spectrophotometric chlorophyll *a* concentration was quantified in ethanolic extracts following Nusch (1980) (UV-Vis HP 8453). Water absorbance coefficients were estimated from spectrophotometric measurements of filtered (pre-muffled filters, GF/F) water samples, in the spectral range of 250–750 nm at intervals of 1 nm. Absorption at 320 nm (a_{320}) and attenuation coefficient of visible light (K_{dPAR}) were determined following Morris et al. (1995) and Kirk (2003), respectively. Seston concentration was quantified following Wetzel and Likens (2000). Cation concentrations (Ca, Mg, K and Na) were measured using atomic absorption spectrometry (Perkin Elmer Analyst 100). Total phosphorus (TP) concentration was analysed by spectrophotometry after following the molybdate–ascorbic acid extraction method (APHA 1989). Total nitrogen (TN) concentration was measured by oxidizing with persulphate and determining nitrate with second-derivative spectroscopy (Bachmann and Canfield 1996).

Ostracod identification

Ostracods were determined to species level following Van Morkhoven (1963), Martens (1990), Cusminsky and Whatley (1996), Meisch (2000), Cusminsky et al. (2005) and Van der Meeren et al. (2009). The individuals were sorted, counted and measured under a stereomicroscope or a standard light microscope. Developmental instars were established according to carapace size and to chaetotaxic modifications. Instars A-5, A-6 and A-7 were grouped based on appendage development, i.e.

absence of thoracopods (Ferguson 1944). The mesh size (200 μm) allows individuals at instar A-8 to escape. Therefore, only data for older instars were used for population structure analysis.

Data analysis

Total ostracod density, frequency of developmental instars along sampling time and variations of physical, chemical and biological parameters were determined for each site. Nine variables were selected to construct a correlation matrix. Ionic and nutrient concentrations were left out because they were measured monthly. The gradient length in environmental data was measured by a detrended correspondence analysis. This analysis revealed a gradient length of 0.4, showing that the data set has a mainly linear response and suggesting that a linear-based principal component analysis (PCA) is more appropriate (Hill and Gauch 1980; Ter Braak and Prentice 1988). Therefore a standardized PCA was applied to characterize the environment at each site and to compare it with ostracod abundance. For this analysis, the nine physico-chemical variables were used in a correlation matrix. Canocowin 4.5 and Système Portable pour L'Analyse des Données (S.P.A.D.) software were used to process the data.

The mean ontogenetic stage index (MOS-index) was calculated for the major species, with the aim of describing differences in the advance of ontogenetic development (Majoran et al. 2000). The index was calculated as follows:

$$\text{MOS} = 1*N_A + 2*N_{A-1} + 3*N_{A-2} + \dots / N_{\text{total}}$$

Where N represents the abundance of the ostracods in each instar and N_{total} is the total number of individuals. Therefore, higher index values indicate a younger population, while values close to 1 reflect adult dominance.

Life cycle duration was estimated from sequential abundance peaks of different instars (Ikeda and Imamura 1992).

Results

Environmental characteristics of the three ponds studied

The main features of the three ponds are summarized in Table 1. The ponds showed major differences in maximum depth, dissolved oxygen concentration, water conductivity and water light absorption (a_{320} and $K_{d\text{PAR}}$). Regarding depth, Teleférico remained constant around 0.7 m, Ñireco had an irregular water level, and Refugio began filling in early August (austral winter and rainy season) and dried completely in January. The concentration of dissolved oxygen was significantly higher in Teleférico ($p < 0.001$), whereas conductivity was significantly higher in Refugio ($p < 0.001$) and tended to increase along the hydroperiod. The light absorption at 320 nm, a measure of the concentration of dissolved organic matter, gradually attenuated from Refugio to Teleférico and Ñireco, corresponding with the highest to lowest dissolved organic matter concentration, respectively. Based on chlorophyll a concentration, Teleférico qualifies as meso-eutrophic, whereas Refugio and Ñireco qualify as oligotrophic ponds. However, chlorophyll a concentration was highly variable in all of them.

Table 1. Mean values and standard deviations of the environmental variables measured along the hydroperiod in the three shallow lakes.

Variables	Refugio	Ñireco	Teleférico
Air temperature (°C)	7.6 ± 3.6 (<i>n</i> = 126) (1.4–14.5)	7.6 ± 3.6 (<i>n</i> = 100) (1.4–14.5)	7.8 ± 3.3 (<i>n</i> = 107) (1.9–13.2)
Water temperature (°C)	13.2 ± 4.6 (<i>n</i> = 18) (5.6–20.6)	10.4 ± 4.8 (<i>n</i> = 12) (2.3–20.3)	12.3 ± 3.5 (<i>n</i> = 15) (8.6–19.6)
Maximum depth (m)	0.8 ± 0.1 (<i>n</i> = 19) (0–1)	0.6 ± 0.2 (<i>n</i> = 13) (0–1)	0.7 ± 0.0 (<i>n</i> = 15) (0.63–0.73)
Dissolved oxygen concentration (mg/L)	8.4 ± 1.9 (<i>n</i> = 18) (4.7–12.3)	9.5 ± 0.8 (<i>n</i> = 12) (8.4–10.8)	11.9 ± 2.0 (<i>n</i> = 15) (8.6–15.4)
Conductivity (µS/cm)	377.9 ± 59.8 (<i>n</i> = 18) (280–506)	78.7 ± 9.6 (<i>n</i> = 12) (53.5–91.1)	200.4 ± 18.2 (<i>n</i> = 15) (152.3–222)
Ca ²⁺ (mg/L)	32.3 ± 8.2 (<i>n</i> = 5) (19.9–38.6)	7.0 ± 1.4 (<i>n</i> = 4) (5.2–8.5)	19.6 ± 3.6 (<i>n</i> = 4) (16.4–24.3)
Mg ²⁺ (mg/L)	6.4 ± 0.9 (<i>n</i> = 5) (5.3–7.7)	2.17 ± 0.6 (<i>n</i> = 4) (1.4–2.8)	5.7 ± 2.2 (<i>n</i> = 4) (2.7–7.7)
K ⁺ (mg/L)	14.0 ± 6.5 (<i>n</i> = 5) (4.0–20.5)	0.5 ± 0.2 (<i>n</i> = 4) (0.3–0.6)	0.6 ± 0.2 (<i>n</i> = 4) (0.4–1.6)
Na ⁺ (mg/L)	3.9 ± 1.0 (<i>n</i> = 5) (2.4–4.9)	2.6 ± 0.7 (<i>n</i> = 4) (1.7–3.5)	5.2 ± 1.2 (<i>n</i> = 4) (3.5–5.9)
pH	7.8 ± 0.3 (<i>n</i> = 18) (7.3–8.3)	7.8 ± 0.3 (<i>n</i> = 11) (7.4–8.6)	7.6 ± 0.5 (<i>n</i> = 14) (7.05–8.9)
Seston (mg/L)	4.6 ± 3.8 (<i>n</i> = 18) (1.5–17.5)	4.6 ± 4.8 (<i>n</i> = 12) (1.6–18.5)	9.8 ± 9.2 (<i>n</i> = 15) (2.1–49.2)

(Continued)

Table 1. (Continued).

Variables	Refugio	Ñireco	Teleférico
Chlorophyll <i>a</i> (µg/L)	1.0 ± 0.9 (<i>n</i> = 18) (0.1–3.8)	0.3 ± 0.4 (<i>n</i> = 12) (0–1.5)	3.8 ± 3.1 (<i>n</i> = 15) (0.7–12.7)
Total Phosphorus (µg/L)	121.4 ± 66.7 (<i>n</i> = 5) (82.9–240.3)	38.0 ± 12.8 (<i>n</i> = 4) (24.3–54.5)	86.7 ± 59.0 (<i>n</i> = 4) (34.3–155.8)
Total Nitrogen (mg/L)	2.5 ± 0.9 (<i>n</i> = 5) (1.6– 4)	0.3 ± 0.1 (<i>n</i> = 4) (0.3– 0.4)	5.3 ± 1.1 (<i>n</i> = 4) (4.2– 6.4)
K _d PAR (1/m)	7.7 ± 2.1 (<i>n</i> = 16) (4.7–11.6)	1.2 ± 1.1 (<i>n</i> = 12) (0.2–3.9)	8.0 ± 3.0 (<i>n</i> = 15) (4.5–14.7)
<i>a</i> ₃₂₀ (1/m)	37.7 ± 16.5 (<i>n</i> = 17) (0.9–64.2)	4.6 ± 2.1 (<i>n</i> = 12) (1.6–9.6)	17.7 ± 5.3 (<i>n</i> = 15) (11.6–30.3)

Maximum and minimum values are between brackets.

Abbreviations: *a*₃₂₀, absorbance coefficient at 320 nm; K_dPAR, attenuation coefficient of visible light.

The main environmental gradients between sites were identified by PCA (Figure 1). Refugio samples were on the positive side of axis 1, corresponding with higher values of conductivity and light attenuation. Additionally, these samples showed a temporal ordering with respect to the first component, with highest values at the end of the hydroperiod (see R15 to R19 in Figure 1), due to a clear concentration effect of dissolved solutes and organic matter. Teleférico was on the negative side of axes 1 and 2, associated with high values of dissolved oxygen, seston and chlorophyll *a* concentration, whereas Ñireco samples were distributed along the negative side of axis 1 and positive part of axis 2, characterized by low values of conductivity, temperature and light attenuation.

In addition to the environmental features, the three ponds displayed different zooplankton assemblages. The accompanying zooplankton in Refugio was diverse and dominated by large crustaceans, mainly calanoid copepods, cladocerans, one species of brine shrimp and one clam shrimp. In Teleférico, the fauna was dominated by copepods and cladocerans. In spring, we also observed tadpoles and several species of aquatic insects. In Ñireco, the zooplankton community was scarce and besides ostracods, only cyclopoid copepods, one aquatic beetle and a few tadpoles were observed (a complete taxonomic list is available in the Supplementary Material).

Ostracod assemblages

Three ostracod species belonging to the family Cyprididae were identified. The sub-family Cypridinae was represented by *Cypris pubera* Müller, 1776 (Figure 2A–D), and

Downloaded by [Patricia Perez] at 10:58 15 January 2015

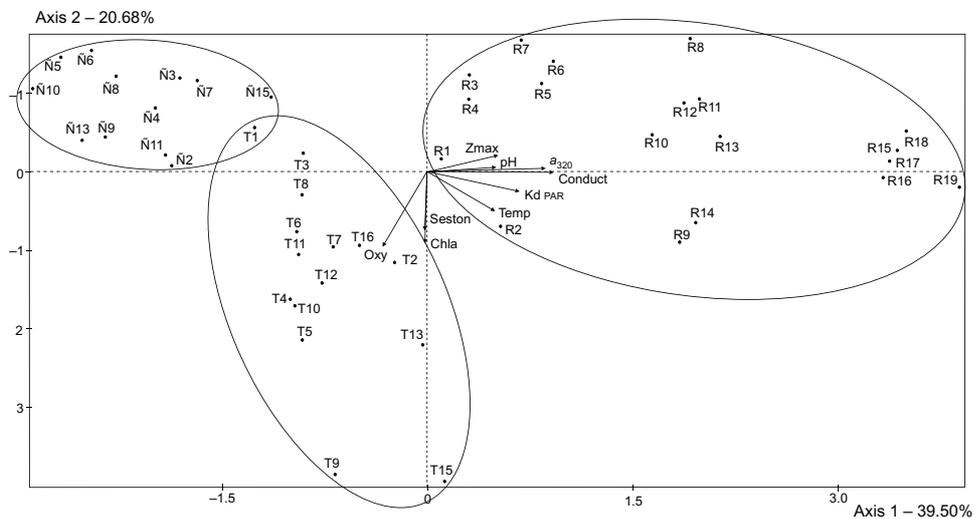


Figure 1. Samples scores and first factorial plane of principal components analysis for the three sampling sites. Abbreviations: Oxy, dissolved oxygen concentration; chl *a*, chlorophyll *a*; Seston, seston concentration; Temp, temperature; pH; a_{320} , absorbance coefficient at 320 nm; Kd_{PAR} , attenuation coefficient of visible light; Conduct, water conductivity; Z_{max} , maximum depth. Site identification: R, Refugio de Jesús; Ñ, Ñireco, and T, Teleférico. Numbers correspond with the sampling weeks.

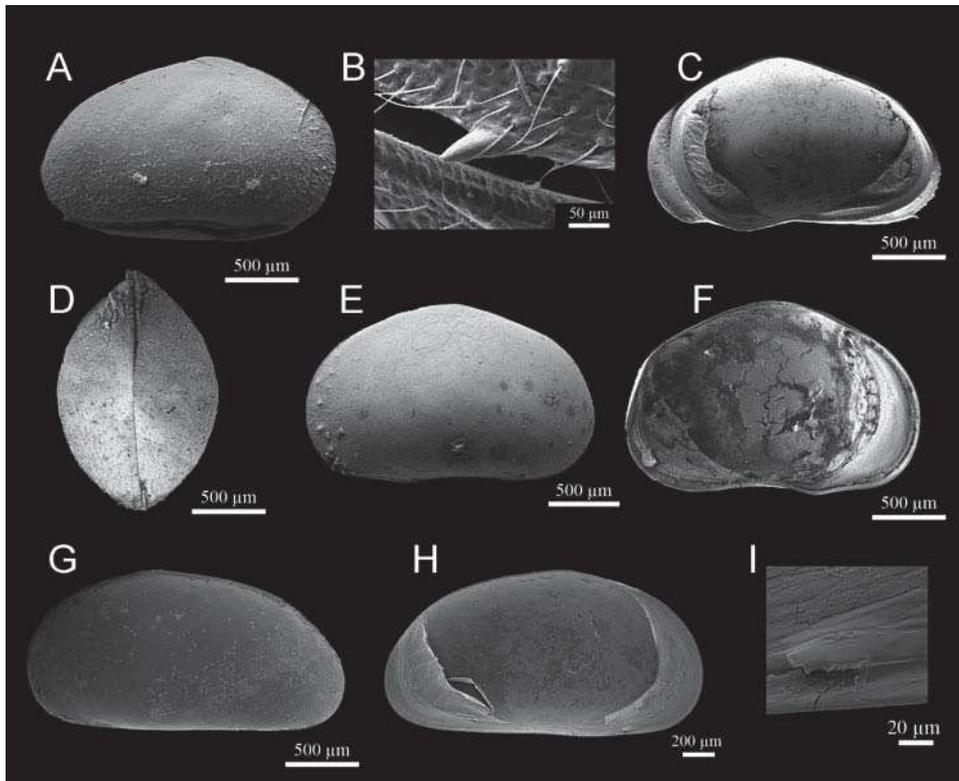


Figure 2. (A–D) *Cypris pubera*. (A) right valve in external view; (B) spine detail; (C) right valve in internal view; (D) carapace in dorsal view. (E, F) *Eucypris virens*. (E) left valve in external view; (F) left valve in internal view. (G–I) *Tonnacypris lutaria*. (G) left valve in external view; (H) left valve in internal view; (I) peg detail.

the subfamily Eucypridinae by *Eucypris virens* (Jurine, 1820; Figure 2E,F) and *Tonnacypris lutaria* (Koch, 1838; Figure 2G–I). All sites can be considered as mono-specific, because Refugio showed a clear dominance of *C. pubera* (95%) during the period sampled, coexisting with *E. virens* during the whole hydroperiod and with *T. lutaria* in the initial samples. *Eucypris virens* was the only species recorded in Teleférico and the dominant species in Ñireco (98%), coexisting with *T. lutaria* in winter. Only female individuals were recorded for all species in the three ponds. In Teleférico, around 70% of gravid *E. virens* were sampled throughout the hydroperiod. In Refugio, gravid females of *C. pubera* were found in mid-September and in the last samples, representing 66% of total females.

Total ostracod density in Refugio and Teleférico was significantly higher ($p < 0.001$; Figure 3A) than in Ñireco. The abundance of *E. virens* in Teleférico increased during the hydroperiod, reaching a maximum in mid-spring, and then decreased towards summer. The *C. pubera* population from Refugio showed two peaks of abundance, in mid-spring and at the end of spring. The population reached its maximum density at the end of spring and then decreased. The population density of *E. virens* from Ñireco was low and variable, and then decreased markedly from November (Figure 3B).

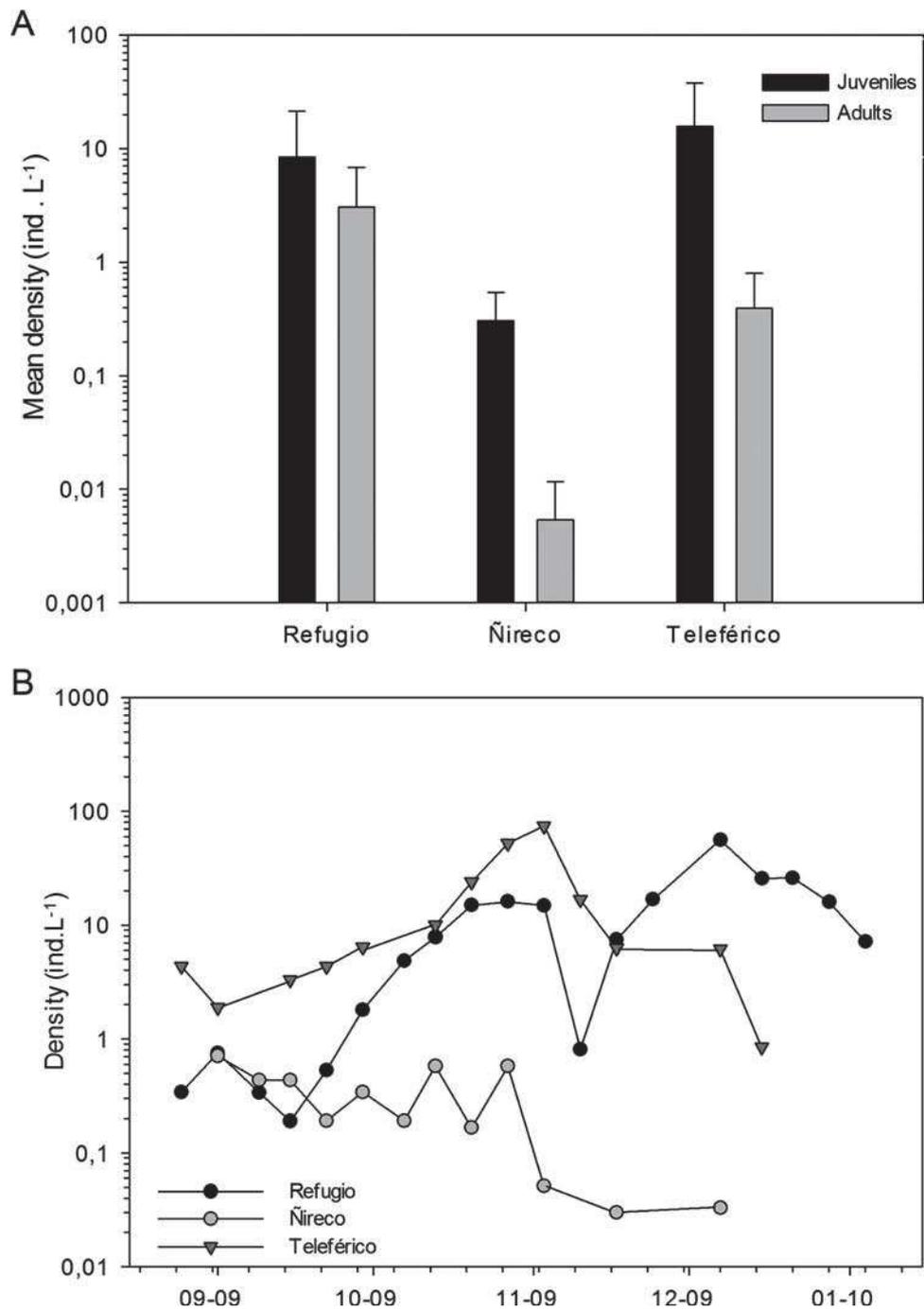


Figure 3. (A) Mean and standard deviation of ostracod abundance in each pond; (B) Ostracod temporal pattern density in the three sampling ponds. Note the low abundance in Ñireco.

Valve size

The mean carapace length for each developmental instar of *E. virens* and *C. pubera*, in each pond is shown in Table 2. Adult females of *E. virens* from the Teleférico population were larger than from the Ñireco population ($p < 0.001$). The same pattern was detected for juvenile instars.

Seasonal size effects were detected for *C. pubera* and *E. virens*. The mean length of adult *C. pubera* varied significantly between seasons, being smaller in winter and larger in summer (Figure 4A; ANOVA for length: DF = 2, $F = 120.4$, $p < 0.001$). Water conductivity and temperature were positively correlated with adult size (linear regression for conductivity and length: DF = 143, $F = 33.73$, $p < 0.001$ and $R^2 = 0.19$, linear regression for temperature and length: DF = 143, $F = 21.89$, $p < 0.001$ and $R^2 = 0.13$). The opposite pattern was observed for *E. virens* in both ponds (Figure 4B and C), larger individuals were sampled in winter in comparison with spring (Mann–Whitney U -test for length of Teleférico adult females U statistic = 275.5, $p = 0.052$, t -test for length of Ñireco adult females DF = 71, $t = 6.27$, $p < 0.001$). The Ñireco population showed a negative relationship between conductivity and adult size (linear regression for conductivity and length: DF = 68, $F = 11.37$, $p = 0.001$ and $R^2 = 0.13$).

Life cycle of *Cypris pubera* and *Eucypris virens*

The information summarized in Figures 5 and 6 allows the life cycle of the dominant species *C. pubera* and *E. virens* to be described.

In Refugio, the first cohort of *C. pubera* hatched in early August, shortly after the beginning of the rainy season, from resistant eggs deposited in the sediment. Evidence for this hatching event is the presence of adults and oldest instars in the initial samples at the end of August. Shortly after, early juvenile instars were dominant at the

Table 2. Mean of carapace length (mm) for *Cypris pubera* and *Eucypris virens* in each pond.

Instars	<i>C. pubera</i> – Refugio	<i>E. virens</i> – Ñireco	<i>E. virens</i> – Teleférico
A-7	0.32 ± 0.04 ($n = 8$) (0.22–0.35)		0.33 ± 0.03 ($n = 14$) (0.27–0.35)
A-6	0.38 ± 0.01 ($n = 18$) (0.34–0.40)	0.39 ± 0 ($n = 2$) (0.39–0.39)	0.38 ± 0.02 ($n = 23$) (0.36–0.41)
A-5	0.45 ± 0.03 ($n = 84$) (0.40–0.50)	0.47 ± 0.04 ($n = 7$) (0.41–0.50)	0.50 ± 0.04 ($n = 47$) (0.43–0.57)
A-4	0.60 ± 0.04 ($n = 87$) (0.52–0.72)	0.57 ± 0.03 ($n = 11$) (0.52–0.61)	0.63 ± 0.02 ($n = 50$) (0.59–0.69)
A-3	0.78 ± 0.04 ($n = 63$) (0.73–0.89)	0.74 ± 0.03 ($n = 32$) (0.68–0.82)	0.84 ± 0.04 ($n = 57$) (0.75–0.93)
A-2	1.09 ± 0.05 ($n = 127$) (0.93–1.23)	1.00 ± 0.06 ($n = 38$) (0.93–1.18)	1.16 ± 0.05 ($n = 44$) (1.05–1.25)
A-1	1.57 ± 0.08 ($n = 167$) (1.34–1.80)	1.34 ± 0.08 ($n = 61$) (1.23–1.50)	1.58 ± 0.06 ($n = 50$) (1.43–1.69)
A	2.19 ± 0.08 ($n = 144$) (2.02–2.36)	1.78 ± 0.1 ($n = 74$) (1.55–2.05)	2.09 ± 0.07 ($n = 67$) (1.91–2.23)

Maximum and minimum values are between brackets.

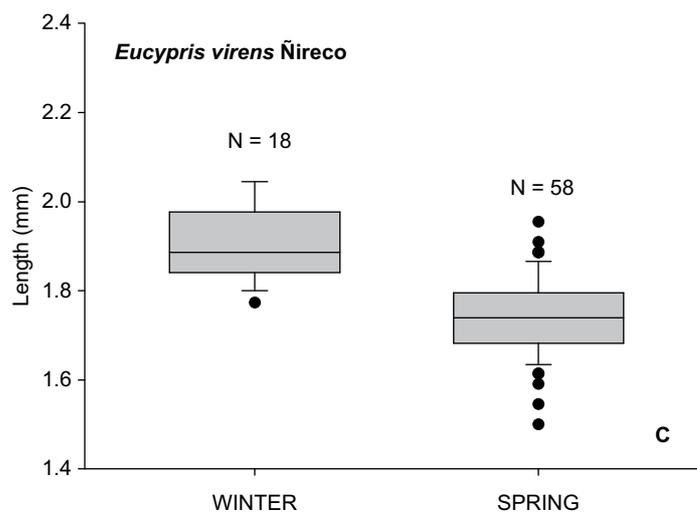
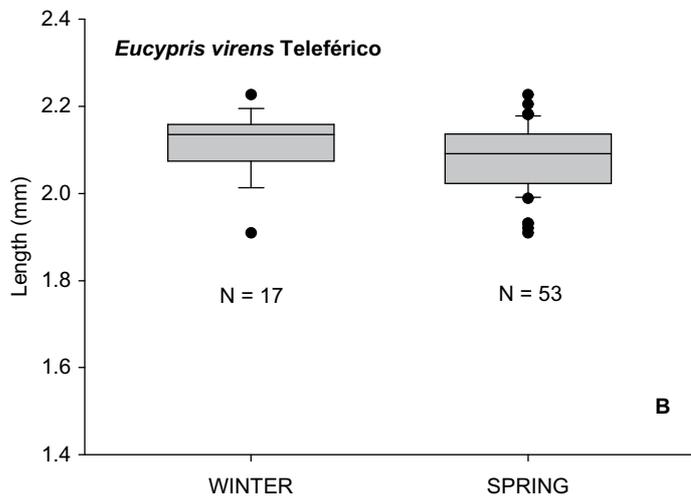
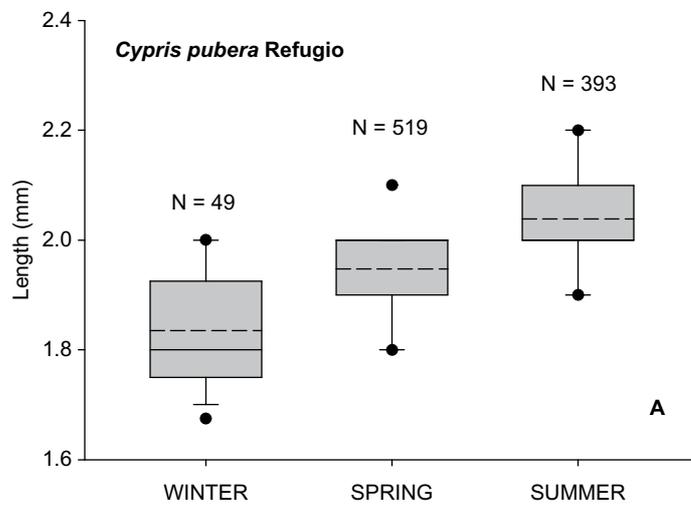
beginning of the austral spring (22 September), growing until recruitment of the second adult generation on 10 November. One week later, a third cohort of juveniles started the last generation cycle, attaining adulthood by the end of December. At the end of the hydroperiod, only adults of *C. pubera* were found. The development time of *C. pubera* depended on the season: the spring cycle (from mid-September to mid-November) lasted around 8 weeks, and the summer cycle (from late November to early January) lasted about 5 weeks (Figure 5A). The faster development was related to summer temperatures that were significantly higher than in the previous 2 months (t -test: DF = 13; $t = -3.599$, $p = 0.003$). Indeed, the MOS index of *C. pubera* showed a cyclic pattern with two peaks in September and December. Higher numbers indicate the predominance of younger instars and suggest that the population had two hatching events during the sampling period (Figure 5B).

Eucypris virens was the dominant species in Ñireco and the only species in Teleférico. In general, both populations showed co-dominance of all instars and low adult abundance. In particular, Figure 6 shows a predominance of two younger instars of *E. virens* in Teleférico, suggesting two hatching events in September and December. However, it is not possible to differentiate clearly between the cohorts because hatching was continuous. Regarding the Ñireco population, the MOS index showed that the younger instars dominated during the first weeks of the sampling period, but we were not able to distinguish between the different cohorts (Figure 7).

Discussion

Ostracod assemblages

During this study, we found three cosmopolitan species of ostracods: *E. virens*, *C. pubera* and *T. lutaria*. *Eucypris virens* has been reported in lacustrine surface sediments in Buenos Aires province (Fontana and Ballent 2005), as well in recent Holocene sediments from a shallow lake in Patagonia (Cusminsky and Whatley 1996). In our study we reported for the first time extant individuals of this species in the Patagonian region. *Cypris pubera* might have been recently introduced into Patagonia, as no fossils of this species have yet been found in the region. Nevertheless, it has already been mentioned for Lake Los Juncos in the extant fauna (Gilbert 2012; Ramón Mercau et al. 2012). Our study is the first record of *T. lutaria* in the Neotropical region (Martens and Savatnalinton 2011). There is no fossil record for this species in Patagonia therefore we might hypothesize a recent colonization. Unfortunately, lack of sampling in potential intermediate habitats impairs our ability to hypothesize about the colonization tracks of these species in Patagonia. We are currently carrying out several ostracod surveys across a west–east transect in north Patagonia. Our preliminary results show a broader distribution of these species, mainly inhabiting sites with low conductivity, pH and Na^+ and Mg^{2+} concentrations (Coviaga et al. 2013). Therefore, we suggest that the three species could be more widespread than previously thought. However, more complete data are needed concerning their distribution and dispersion mode in the Neotropical region. Also, genetic data are crucial for differentiating histories and geographical pathways of colonizations from anthropogenic introductions (Koenders et al. 2012).



The biodiversity was low and is probably a common feature in temporary ponds in the southern region of South America. This is in agreement with other authors, who reported only one species for three out of four north Patagonian samples (Ramón Mercau et al. 2012) and four species over eight sampling stations in Martín García island, Buenos Aires (Liberto et al. 2012).

Tonnacypris lutaria was sampled only in Refugio and Ñireco at the beginning of the rainy season, when both ponds were characterized by low values of conductivity, temperature and chlorophyll *a* concentration, and high dissolved oxygen concentration. These observations agree with previous reports that considered *T. lutaria* as an early form that prefers freshwater and low temperature (Mezquita et al. 1999; Meisch 2000; Altınışıl 2001; Yılmaz and Külköylüoğlu 2006; Van der Meeren et al. 2009). The dominance of *E. virens* during the hydroperiod in diluted waters like Ñireco confirmed that this cosmopolitan species is very tolerant to low ionic concentration and fluctuating and unpredictable environments (Pieri et al. 2006; Martins et al. 2009).

The results show that abundance of ostracods in general was positively related to conductivity, light attenuation (a_{320} as a measure of dissolved organic matter), dissolved oxygen concentration, temperature and chlorophyll *a* concentration. These results agree with previous studies suggesting that these environmental factors favour the presence of ostracods (Palacios-Fest et al. 1994; Park et al. 2003; Ramón Mercau et al. 2012). Furthermore, the substrate of Refugio and Teleférico is muddy and covered by abundant submerged vegetation that provides protection and increases the surface for ostracod oviposition (Aguilar-Alberola and Mesquita-Joanes 2011). Moreover, the presence of submerged vegetation is coupled with well oxygenated waters, which improves the development of ostracod populations (Rossetti et al. 2004; Liberto et al. 2012), as shown in Teleférico, which displayed the maximum abundance of *E. virens* correlated with dissolved oxygen concentration. In Teleférico and Refugio, the abundance of small cladocerans and rotifers could have been an additional source of food. The authors' personal observations confirmed that at least *C. pubera* was predatory on *Daphnia* sp., and Gilbert (2012) reported the predatory behaviour of *C. pubera* on the rotifer *Keratella tropica*. Carnivory has also been reported for *E. virens* (Meisch 2000) and other ostracods from temporary pools, such as *Heterocypris incongruens* (Ganning 1971). However, this hypothesis needs further confirmation with predation experiments.

Valve size

The environmental features of host waters affect the size and shape of valves (e.g. Alcorlo et al. 1999). However, size variability in natural populations remains insufficiently known. Our results showed that *E. virens* from Ñireco were smaller than those from Teleférico, and were associated with low values of conductivity, ionic and total nitrogenous concentrations. Nevertheless, the evidence is not conclusive. Martins et al. (2009) verified that *E. virens* adults from the site with the highest salinity and

Figure 4. Box-plot of length for the adults from the different seasons. (A) *Cypris pubera*; (B) *Eucypris virens* from Ñireco; (C) *Eucypris virens* from Teleférico.

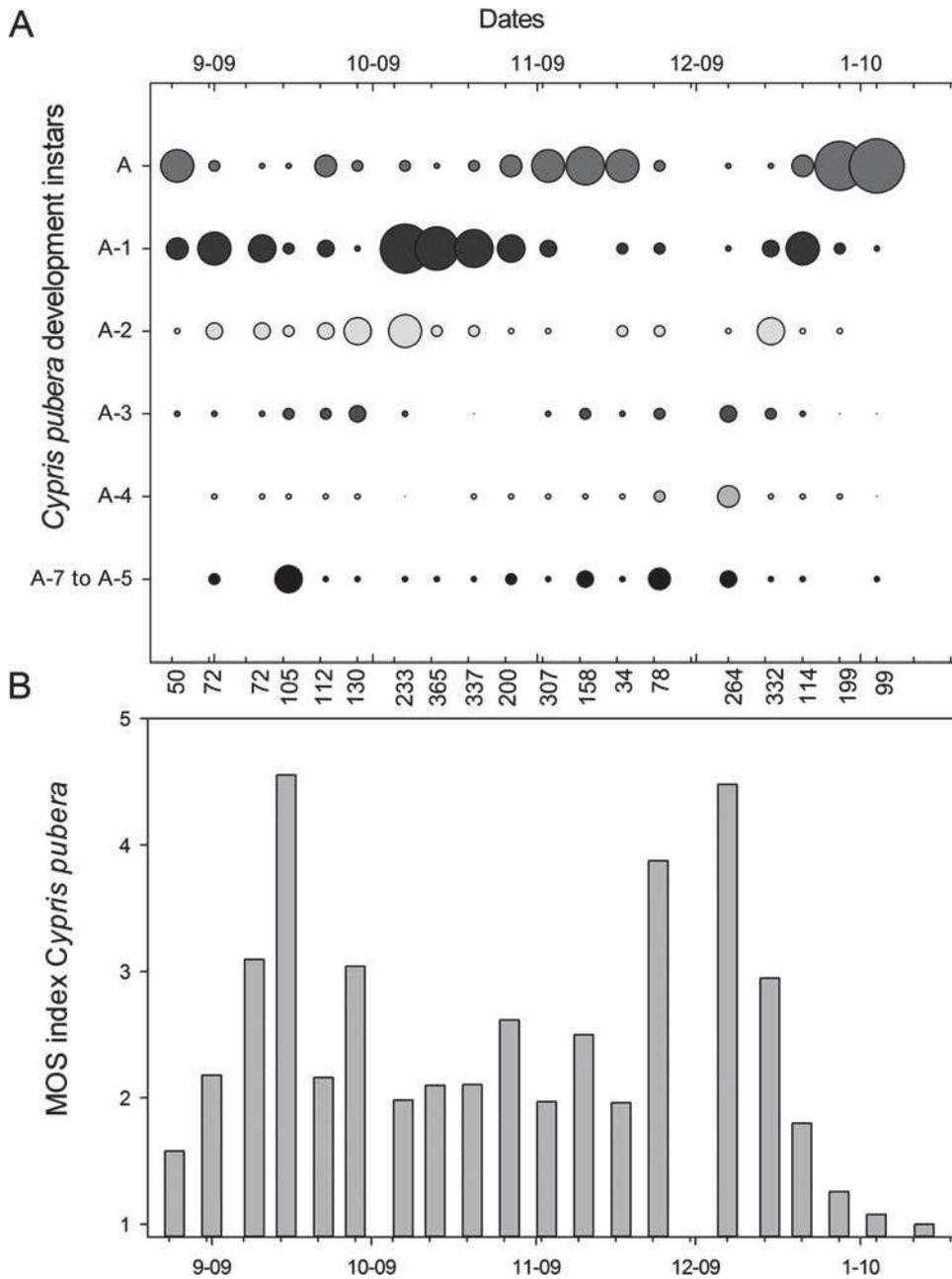


Figure 5. *Cypris pubera* at site Refugio. (A) Temporal changes in relative density of development instars A-7 through to Adults, bubble size represents the relative abundance of each life stage. The total number of individuals counted per sample is indicated at the bottom of the graph. (B) Mean ontogenetic stage index (MOS).

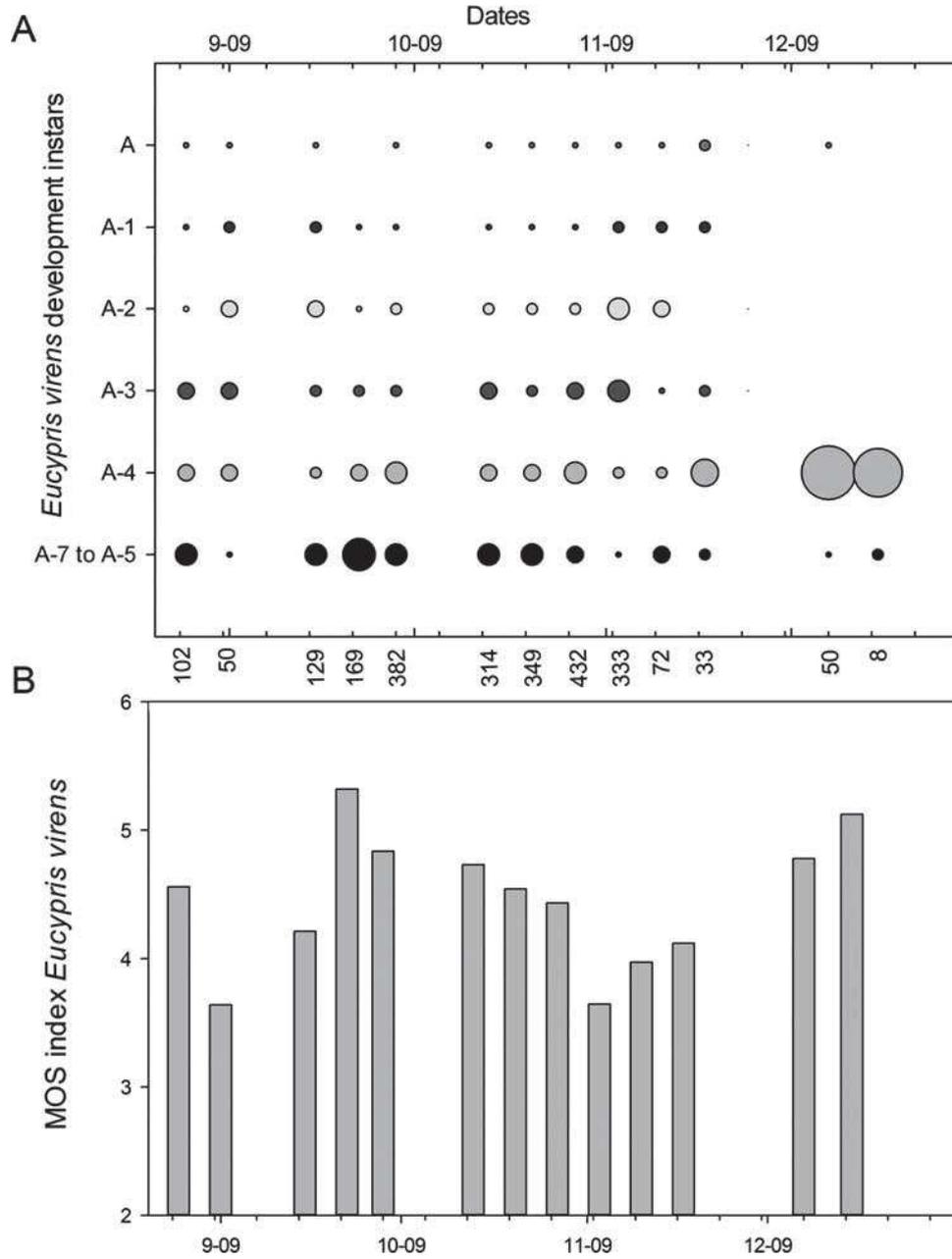


Figure 6. *Eucypris virens* from Teleférico. (A) Temporal changes in relative density of development instars A-7 to Adults, bubble size represents the relative abundance of each life stage. The total number of individuals counted per sample is indicated at the bottom of the graph. (B) Mean ontogenetic stage index (MOS).

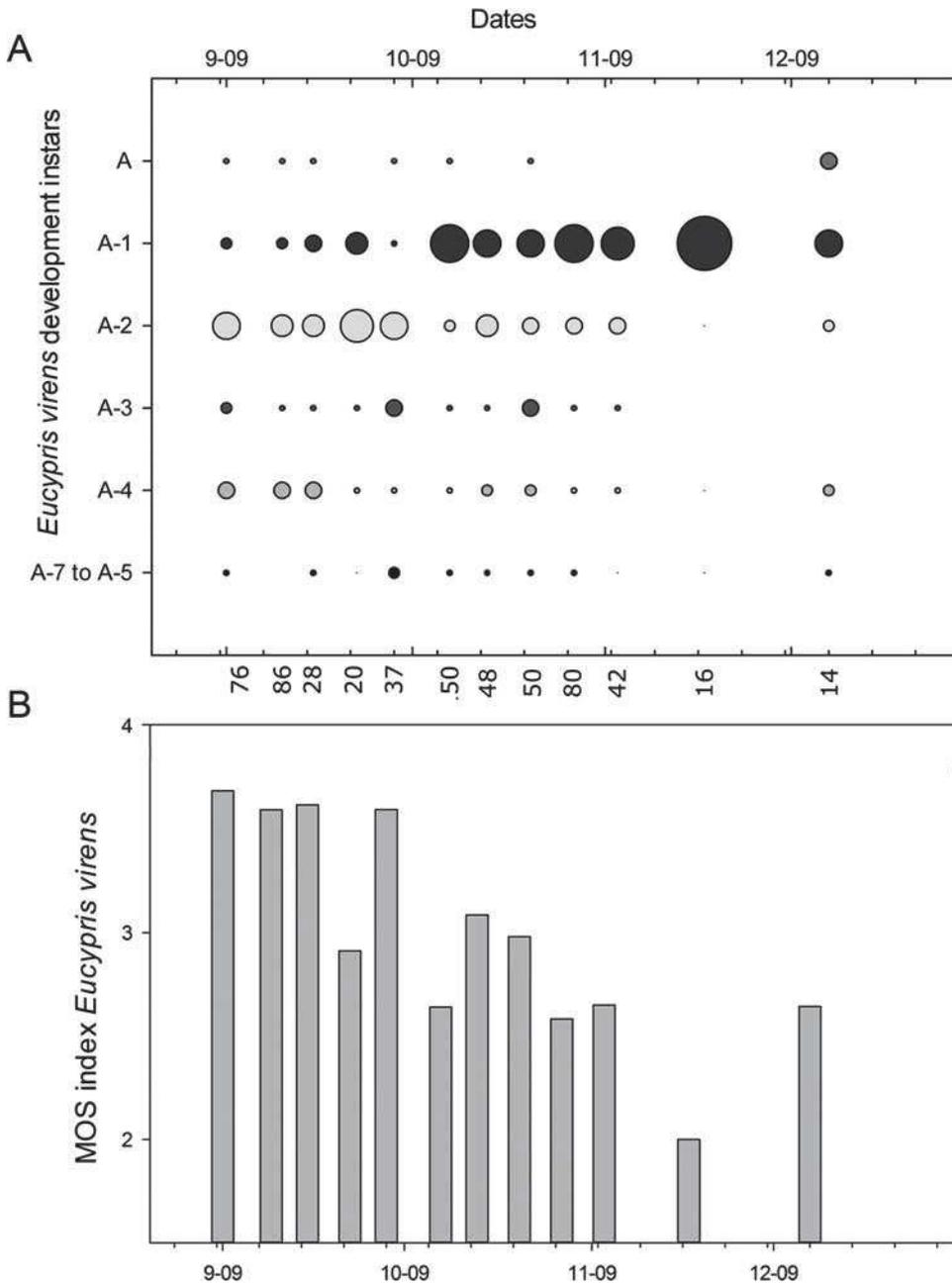


Figure 7. *Eucypris virens* from Ñireco (A) Temporal changes in relative density of development instars A-7 to Adults, bubble size represents the relative abundance of each life stage. The total number of individuals counted per sample is indicated at the bottom of the graph. (B) Mean ontogenetic stage index (MOS).

ionic concentrations were smaller than those from other sites. In addition, Aguilar-Alberola and Mesquita-Joanes (2008) suggested that the higher amount of food resources might explain the larger size of *Heterocypris bosniaca* Petkowski, Scharf and Keyser, 2000.

Moreover, we observed two different seasonality–size effects in both species. *Cypris pubera* were smaller in winter and larger in summer, while *E. virens* were larger in winter than in spring. Many factors are responsible for ostracod adult size in natural populations and changes between seasons are more pronounced in temporary than in permanent ponds. Our results suggest that the adult size of *C. pubera* has a positive relationship with conductivity. This conductivity–size effect has also been reported in *Limnocythere inopinata* (Baird, 1843) (Yin et al. 1999) as well as in *Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (Van Harten 1996). Nevertheless, *E. virens* from Ñireco has a negative response to water conductivity, the same pattern that was reported for a Spanish population of *E. virens* (Martins et al. 2009). On the other hand, in our study, *C. pubera* attained the largest size in summer. Even though the association between low temperature and larger body size is a common feature in ectotherms (Angilletta et al. 2004), ostracods do not show a clear pattern response to temperature (Aguilar-Alberola and Mesquita-Joanes 2014). For example, experiments with *Heterocypris barbara* (Gauthier and Brehm, 1928) have shown that low temperatures lead to larger individuals most of the time, but, when conductivity and photoperiod combine adequately with high temperature, then the largest individuals can be found (Alcorlo et al. 1999). We cannot determine which factors are influencing the size differences observed in our study. Besides temperature and conductivity, many other factors are influencing the seasonality of the environment including food availability, predation pressure, vegetation cover, hydroperiod duration, among others. Furthermore, genotypic differences, phenotypic plasticity and hatching phenology are no less relevant to final body size attained. However, our results suggest that temperature, conductivity and specific genetic responses appear to be important in determining adult size.

Further studies are needed to understand the mechanisms responsible for size patterns, and how they are influenced by environmental parameters.

Reproduction strategies and life cycle

The exclusive presence of adult females indicates that all the populations studied reproduce parthenogenetically. This is particularly common in organisms from temporary ponds, including *E. virens*, *T. lutaria* and *C. pubera* (Meisch 2000; Little 2005; Martins et al. 2009; Van der Meeren et al. 2009). According to Schwalb and co-workers, parthenogenesis seems to be the dominant strategy in species inhabiting small lagoons with low conductivity in Patagonia (Schwalb et al. 2002). Additionally, the three ponds sampled during this study are located in the Andean Patagonian region, which was under glacial influence in the Upper Pleistocene (Markgraf 1998). We suggest that this type of reproduction is the most effective strategy in post-glacial colonization, as was proposed by Van der Meeren et al. (2009) and Horne et al. (1998). Therefore we expect that one would be likely to find mostly parthenogenetic populations in the area. However, patterns of geographical parthenogenesis of ostracods in Patagonia are still not well understood.

Eucypris virens and *C. pubera* populations had different life histories. In Teleférico, *E. virens* displayed continuous reproduction, as demonstrated by the dominance of ovigerous females and the presence of younger instars throughout the sampling period. In Refugio, *C. pubera* showed synchronous reproduction, with three generations within a hydroperiod. This multivoltine strategy may be related to appropriate environmental conditions, such as temperature, conductivity, dissolved oxygen concentration and food supplies. *Heterocypris salina* (Brady 1868), another Cyprididae inhabitant of shallow ponds, is able to produce two or three generations per year depending on water temperature (Ganning 1971). Additionally, several studies have shown that other crustaceans, like copepods, can alternate between univoltine and multivoltine strategies according to relevant environmental variables, such as temperature, food availability, photoperiod and hydroperiod (Rossi et al. 2013).

It is known that water temperature and conductivity are important factors controlling the development rate of aquatic crustaceans (Roca and Wansard 1997; Aguilar-Alberola and Mesquita-Joanes 2011; Rossi et al. 2013). In fact, the estimated development time of *C. pubera* was clearly dependent on these parameters, being shorter towards the summer, when temperature and conductivity increased. The Refugio population showed relatively discrete cohorts moving through ontogeny with different speeds at different temperatures, whereas in Teleférico such discrete cohorts were not obvious. This may be because diapause or hibernation may cause cohorts to accumulate at some ontogenetic stage, and constancy in the environment may interfere with the normal breakdown of diapause, leading to more continuous population structures.

Although Teleférico maintained its water level throughout the season, *E. virens* was not recorded after mid-December. *Eucypris virens* belongs to Type I phenology, which includes species that appear within a week of pond filling and continue to be present until the ponds dry, with multiple generations (Ripley and Simovich 2009). Different hypotheses could explain this disappearance. First, the absence of *E. virens* coincided with the appearance of aquatic predators such as giant water bugs, backswimmers and water beetles (Jara and Perotti 2010). These organisms need more time to develop and therefore their trophic effects on ostracods and other micro-invertebrates are seen in later successional stages (Palacios-Fest et al. 1994; Martins et al. 2009). The increase in temperature together with the decrease in dissolved oxygen concentration could be other abiotic factors affecting *E. virens* populations. However, the percentage of oxygen saturation in Teleférico was around 125% in December. Future experimental studies are needed to evaluate the aforementioned hypotheses.

In spite of the many ecological studies carried out in aquatic environments of Patagonia, there are still many unresolved issues in this little-explored region. The information provided in this study shows that shallow, vegetated ponds support diverse ostracod populations and point out the importance of small and newly emerged ponds and their possible role as “stepping stones” connecting larger lakes. To our knowledge, this is the first study to provide data about the development and life history of ostracods in Patagonian freshwater environments. However, biological factors that influence the population dynamics and development of ostracods in these small ponds are also still not well understood.

Acknowledgements

The authors wish to thank to Dr A. Díaz for her advice with ostracod identification. We are very grateful to Dr E. Bernasconi, Dr L. Calvo Marcillese and Dr R. Daga for their suggestions on the early versions of the manuscript. Special thanks are also due to Prof. Dr Sara Ballent for her contribution to knowledge of fossil ostracod fauna in Argentina, *in memoriam*. We are grateful to the reviewers that provided comments that helped us greatly improve the manuscript.

Funding

This work was supported by the National Council of Science and Technology of Argentina, CONICET under Grant PIP 00819; the National Agency of Scientific and Technologic Promotion under Grant PICT 0082; and the National University of Comahue under Grant UNCo 04/B166.

Supplemental material

Supplemental material for this article can be accessed online: <http://dx.doi.org/10.1080/00222933.2014.981310>

Geolocation information

Refugio de Jesús (point): 41° 07' 11" S, 71° 13' 10" W; (point): 41° 10' 54" S, 71° 19' 01" W; (point): 41° 07' 40" S, 71° 22' 05" W.

References

- Aguilar-Alberola J, Mesquita-Joanes F. 2008. On the presence of parthenogenetic populations of *Heterocypris bosniaca* Petkowski et al., 2000 (Crustacea: Ostracoda) in temporary rock pools of the eastern Iberian Peninsula, with insights into the ecology and life history of the species. *Bull Soc Nat luxemb.* 109:149–158.
- Aguilar-Alberola J, Mesquita-Joanes F. 2011. Population dynamics and tolerance to desiccation in a crustacean ostracod adapted to life in small ephemeral water bodies. *Limnologica - Ecol Manage Inland Waters.* 41:348–355. doi:10.1016/j.limno.2011.03.003
- Aguilar-Alberola J, Mesquita-Joanes F. 2014. Breaking the temperature-size rule: thermal effects on growth, development and fecundity of a crustacean from temporary waters. *J Therm Biol.* 42:15–24. doi:10.1016/j.jtherbio.2014.02.016
- Alcorlo P, Baltanás A, Arqueros L. 1999. Intra-clonal shape variability in the non-marine ostracod *Heterocypris barbara* (Crustacea, Ostracoda). *Geosound.* 35:1–11.
- Altınsaçlı S. 2001. The Ostracoda (Crustacea) Fauna of Lakes Erikli, Hamam, Mert, Pedina and Saka (İgneada, Kirklareli, Turkey). *Turk J Zool.* 25:343–355.
- Angilletta Jr MJ, Steury TD, Sears MW. 2004. Temperature, growth rate and body size in ectotherms: fitting pieces of a life-history puzzle. *Integr Comp Biol.* 44: 498–509 doi:10.1093/icb/44.6.498
- [APHA] American Public Health Association. 1989. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17th ed. Washington (DC): American Public Health Association; 1052 pp.
- Bachmann RW, Canfield JDE. 1996. Use of an alternative method for monitoring total nitrogen concentrations in Florida lakes. *Hydrobiologia.* 323:1–8. doi:10.1007/BF00020542
- Baird W. 1843. Notes on British Entomostraca. *Zool.* 1:193–197.

- Baltanás A, Montes C, Martino P. 1990. Distribution patterns of ostracods in Iberian saline lakes. Influence of ecological factors. *Hydrobiologia*. 197:207–220. doi:10.1007/BF00026951
- Brady GS. 1868. A monograph of the recent British Ostracoda. *Trans Linn Soc Lond*. 26:353–495.
- Coviaga C, Cusminsky G, Pérez AP, Díaz A, Schwalb A, Alperin M, Viehberg F, Whatley R, Ariztegui D, Markgraf V. 2013. Distribution and ecology of freshwater ostracods from Northern Patagonia: an approach. *II Naturalista Siciliano*, S. IV. XXXVII:297–298.
- Cusminsky G, Schwalb A, Pérez AP, Pineda D, Viehberg F, Whatley R, Markgraf V, Gilli A, Ariztegui D, Anselmetti FS. 2011. Late quaternary environmental changes in Patagonia as inferred from lacustrine fossil and extant ostracods. *Biol J Linn Soc*. 103:397–408. doi:10.1111/j.1095-8312.2011.01650.x
- Cusminsky GC, Pérez PA, Schwalb A, Whatley R. 2005. Recent lacustrine ostracods from Patagonia, Argentina. *Rev Esp Micropaleont*. 37:431–450.
- Cusminsky GC, Whatley RC. 1996. Quaternary non-marine ostracods from lake beds in northern Patagonia. *Rev Esp Paleontol*. 11:143–154.
- Dole-Olivier MJ, Galassi DMP, Marmonier P, Creuzé des Châtelliers M. 2000. The biology and ecology of lotic microcrustaceans. *Freshw Biol*. 44:63–91. doi:10.1046/j.1365-2427.2000.00590.x
- Ferguson EJ. 1944. Studies on the seasonal life history of three species of freshwater Ostracoda. *Am Midl Nat*. 32:713–727. doi:10.2307/2421245
- Fontana SL, Ballent S. 2005. A new giant cypridid ostracod (Crustacea) from southern Buenos Aires Province, Argentina. *Hydrobiologia*. 533:187–197. doi:10.1007/s10750-004-2415-8
- Ganning B. 1971. On the ecology of *Heterocypris salinus*, *H. incongruens* and *Cypridopsis aculeata* (Crustacea: Ostracoda) from Baltic brackish-water rockpools. *Mar Biol*. 8:271–279. doi:10.1007/BF00348009
- Gauthier H, Brehm V. 1928. Ostracodes et Cladoceres de l'Algérie et de la Tunisie. *Bull Soc d. Hist Nat de l'Afr du Nord*. 19:114–121.
- Gilbert J. 2012. Effects of an ostracod (*Cypris pubera*) on the rotifer *Keratella tropica*: predation and reduced spine development. *Int Rev Hydrobiol*. 97:445–453. doi:10.1002/iroh.201201455
- Hill MO, Gauch HGJ. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio*. 42:47–58. doi:10.1007/BF00048870
- Horne DJ. 1983. Life-cycles of Podocopid Ostracoda—a review (with particular reference to marine and brackish-water species). In: Maddocks RF, editor. *Applications of Ostracoda*. Houston, TX: University of Houston Geoscience; p. 581–590.
- Horne DJ, Baltanás A, Paris G. 1998. Geographical distribution of reproductive modes in living non-marine ostracods. In: Martens K, editor. *Sex and parthenogenesis*. Leiden: Backhuys Publishers; p. 77–94.
- Horne DJ, Cohen A, Martens K. 2002. Taxonomy, morphology and biology of quaternary and living ostracoda. In: Holmes JA, Chivas A, editors. *The Ostracoda: applications in quaternary research*. Washington (DC): American Geophysical Union; p. 6–36.
- Ikeda T, Imamura A. 1992. Population structure and life cycle of the mesopelagic ostracod *Conchoecia pseudodiscophora* in Toyama Bay, southern Japan Sea. *Mar Biol*. 113:595–601. doi:10.1007/BF00349703
- Jara FG, Perotti MG. 2010. Risk of predation and behavioural response in three anuran species: influence of tadpole size and predator type. *Hydrobiologia*. 644:313–324. doi:10.1007/s10750-010-0196-9
- Jones TR. 1850. Description of the Entomostraca of the Pleistocene beds of Newbury, Copford, Clacton and Grays. *Ann Mag Nat Hist Ser II*. 6:25–28.
- Jurine L. 1820. Histoire des monocles qui se trouvent aux environs de Genève. I-XVI:1–260.

- Kirk J. 2003. The vertical attenuation of irradiance as a function of the optical properties of the water. *Limnol Oceanogr.* 48:9–17. doi:10.4319/lo.2003.48.1.0009
- Koch CL. 1838. Deutschlands Crustaceen, Myriapoden und Arachniden. Ein Beitrag zur Deutschen Fauna, 21. Regensburg.
- Koenders A, Martens K, Halse S, Schön I. 2012. Cryptic species of the *Eucypris virens* species complex (Ostracoda, Crustacea) from Europe have invaded Western Australia. *Biol Invasions.* 14:2187–2201. doi:10.1007/s10530-012-0224-y
- Laprida C, Ballent S. 2008. Ostracoda. In: Camacho HH, editor. Los invertebrados fósiles. Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Universidad Maimónides; p. 599–624.
- Liberto R, Mesquita-Joanes F, César I. 2012. Dynamics of pleustonic ostracod populations in small ponds on the Island of Martín García (Río de la Plata, Argentina). *Hydrobiologia.* 688:47–61. doi:10.1007/s10750-011-0600-0
- Little TJ. 2005. Genetic diversity and polyploidy in the cosmopolitan asexual ostracod *Cypris pubera*. *J. Plankton Res.* 27:1287–1293. doi:10.1093/plankt/fbi094
- Majoran S, Agrenius S, Kucera M. 2000. The effect of temperature on shell size and growth rate in *Krithe praetexta praetexta* (Sars). *Hydrobiologia.* 419:141–148. doi:10.1023/A:1003943617431
- Malmqvist B, Meisch C, Nilsson AN. 1997. Distribution patterns of freshwater Ostracoda (Crustacea) in the Canary Islands with regards to habitat use and biogeography. *Hydrobiologia.* 347:159–170. doi:10.1023/A:1003087806637
- Markgraf V. 1998. Past climates of South America. In: Hobbs JE, Lindesay JA, Bridgman HA, editors. *Climates of the southern continents: present, past and future.* New York (NY): John Wiley and Sons Ltd; p. 249–264.
- Martens K. 1985. Effects of temperature and salinity on postembryonic growth in *Mytilocypris henricae* (Chapman) (Crustacea, Ostracoda). *J Crustac Biol.* 5:258–272. doi:10.2307/1547873
- Martens K. 1990. Taxonomic revision of African Cypridini. Part I - *Cypris* O. F. Müller, *Pseudocypris* Daday and *Globocypris* Klie (Crustacea, Ostracoda). *Bull Inst r Sci Nat. Belg.* 60:127–172.
- Martens K, Savatnalinton S. 2011. A subjective checklist of the Recent, free-living, non-marine Ostracoda (Crustacea). *Zootaxa.* 2855:1–79.
- Martins MJF, Vandekerckhove J, Mezquita F, Schmit O, Rueda J, Rossetti G, Namiotko T. 2009. Dynamics of sexual and parthenogenetic populations of *Eucypris virens* (Crustacea: Ostracoda) in three temporary ponds. *Hydrobiologia.* 636:219–232. doi:10.1007/s10750-009-9952-0
- Meisch C. 2000. Freshwater Ostracoda of western and central Europe. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 8/3. Heidelberg: Spektrum Akademischer, Verlag; 522 pp.
- Mermoz M, Úbeda C, Grigera D, Brion C, Martín C, Bianchi E, Planas H. 2009. El Parque Nacional Nahuel Huapi; sus características ecológicas y estado de conservación, APN. San Carlos de Bariloche: Parque Nacional Nahuel Huapi.
- Mesquita-joanes F, Smith AJ, Viehberg FA. 2012. The Ecology of ostracoda across levels of biological organization from individual to ecosystem: a review of recent developments and future potential. In: Horne DJ, Holmes J, Rodriguez-Lazaro J, Viehberg FA, editors. *Ostracoda as proxies for quaternary climate change.* London: Elsevier Science BV; p. 15–35.
- Mezquita F, Roca JR, Wansard G. 1999. Moulting, survival and calcification: the effects of temperature and water chemistry on an ostracod crustacean (*Herpetocypris intermedia*) under experimental conditions. *Arch Hydrobiol.* 146:219–238.
- Morris DP, Zagarese H, Williamson CE, Balseiro EG, Hargreaves BR, Modenutti BE, Moeller R, Queimalinos CP. 1995. The attenuation of solar UV radiation in lakes and

- the role of dissolved organic carbon. *Limnol Oceanogr.* 40:1381–1391. doi:10.4319/lo.1995.40.8.1381
- Müller OF. 1776. *Zoologie danicae prodromus, seu animalium Danie et Norvegie indigenarum caractere, nomina et synonyma imprimis popularium.* Hallager, Copenhagen. I–XXXII:198–199.
- Nusch EA. 1980. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Arch Hydrobiol.* 14:14–36.
- Palacios-Fest MR, Cohen AS, Anadón P. 1994. Use of ostracodes as paleoenvironmental tools in the interpretation of ancient lacustrine records. *Rev Esp Micropaleontol.* 9:145–164.
- Park LE, Cohen AS, Martens K, Bralek R. 2003. The impact of taphonomic processes on interpreting paleoecologic changes in large lake ecosystems: ostracodes in Lakes Tanganyika and Malawi. *J Paleolimnol.* 30:127–138. doi:10.1023/A:1025570032179
- Perren MG. 2008. El banco de resistencia de cladóceros de lagunas temporarias del Norte Patagónico: Estructura y patrones de abundancia y distribución [Degree thesis]. San Carlos de Bariloche: Universidad Nacional del Comahue; 49 pp.
- Petkowski T, Scharf B, Keyser D. 2000. New and little known ostracods of the genus *Heterocypris* (Crustacea, Ostracoda) from the Balkan Peninsula. *Limnologica.* 30:45–57. doi:10.1016/S0075-9511(00)80042-0
- Pieri V, Martens K, Naselli-flores L, Marrone F, Rossetti G. 2006. Distribution of recent ostracods in inland waters of Sicily (Southern Italy). *J Limnol.* 65:1–8. doi:10.4081/jlimnol.2006.1
- Ramón Mercáu J, Laprida C, Massaferró J, Rogora M, Tartari G, Maidana NI. 2012. Patagonian ostracods as indicators of climate related hydrological variables: implications for paleoenvironmental reconstructions in Southern South America. *Hydrobiologia.* 694:235–251. doi:10.1007/s10750-012-1192-z
- Ripley B, Simovich MA. 2009. Species richness on islands in time: variation in ephemeral pond crustacean communities in relation to habitat duration and size. *Hydrobiologia.* 617:181–196. doi:10.1007/s10750-008-9548-0
- Roca JR, Wansard G. 1997. Temperature influence on development and calcification of *Herpetocypris brevicaudata* Kaufmann, 1900 (Crustacea: Ostracoda) under experimental conditions. *Hydrobiologia.* 347:91–95. doi:10.1023/A:1003067218024
- Rossetti G, Bartoli M, Martens K. 2004. Limnological characteristics and recent ostracods (Crustacea, Ostracoda) of freshwater wetlands in the Parco Oglio Sud (Northern Italy). *Ann Limnol.* 40:329–341. doi:10.1051/limn/2004030
- Rossi V, Martorella A, Menozzi P. 2013. Hatching phenology and voltinism of *Heterocypris barbara* (Crustacea: Ostracoda) from Lampedusa (Sicily, Italy). *J Limnol.* 72:227–237. doi:10.4081/jlimnol.2013.e18
- Schaffer B, Alford R, Woodward B, Richards S, Altig R, Gascon C. 1994. Standard techniques for inventory and monitoring. In: Heyer WR, Donnelly MA, McDiarmid RW, Hayek LC, Foster MS, editors. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians.* Washington (DC): Smithsonian Institution Press; 364 pp.
- Schwalb AJ, Burns S, Cusminsky G, Kelts K, Markgraf V. 2002. Assemblage diversity and isotopic signals of modern ostracodes and host waters from Patagonia, Argentina. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol.* 187:323–339. doi:10.1016/S0031-0182(02)00484-4
- Ter Braak CJF, Prentice IC. 1988. A theory of gradient analysis. *Adv Ecol Res.* 18:271–317. doi:10.1016/S0065-2504(08)60183-X
- Van der Meeren T, Khand Y, Martens K. 2009. On Recent species of *Tonnacypris* Diebel and Pietrzeniuk, 1975 (Crustacea, Ostracoda), with new species description from Mongolia. *Zootaxa.* 41:1–41.

- Van Harten D. 1996. *Cyprideis torosa* (Ostracoda) revisited. Of salinity, nodes and shell size. In: Keen MC, editor. Proceedings of the 2nd European Ostracodologists Meeting; 1993; Glasgow. London: British Micropalaeontological Society; p. 191–194.
- Van Morkhoven FPCM. 1963. Post-palaeozoic Ostracoda their morphology, taxonomy and economic use. Amsterdam: Elsevier; 478 pp.
- Wetzel RG, Likens GE. 2000. Limnological analysis. 3rd ed. New York (NY): Springer; 435 pp.
- Yılmaz F, Külköylüoğlu O. 2006. Tolerance, optimum ranges, and ecological requirements of freshwater Ostracoda (Crustacea) in Lake Aladağ (Bolu, Turkey). *Ecol Res.* 21:165–173. doi:10.1007/s11284-005-0121-2
- Yin Y, Geiger W, Martens K. 1999. Effects of genotype and environment on phenotypic variability in *Limnocythere inopinata* (Crustacea: Ostracoda). *Hydrobiologia.* 400:85–114. doi:10.1023/A:1003759125903